**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR**
**INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS**
**Doctorado en Educación**
**Línea de investigación: Epistemología En La Formación Docente en Ciencias**

# MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADO EN EL LENGUAJE Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN MEDIA

Tesis doctoral presentada como requisito parcial para optar al Grado de Doctor en Educación

Autor (a): Wil Fernando Contreras Royet
Tutor(a): Dra. Yanetti Contreras

CARACAS, junio de 2026

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR**
**RECTORADO**

**Nº 20260534-57-255**

# A C T A

*Nosotros, el Jurado Examinador abajo firmante, reunidos en modalidad virtual el día 17 de junio de 2026, debidamente autorizados por la Coordinación de Estudios de Postgrado del Instituto Pedagógico de Caracas, con el propósito de evaluar la TESIS titulada:* ***Modelo para la enseñanza de la química, basado en el lenguaje y epistemología de las ciencias en educación media,*** *presentada por el (la) ciudadano****: Wil Fernando Contreras Royet****, titular del pasaporte Nº* ***BA597712*** *del Doctorado de Educación, para optar al título de Doctor en Educación, emitimos el siguiente veredicto:* ***Aprobado.***

**OBSERVACIONES**:
*Por los aportes valiosos del modelo teórico construido para la enseñanza de la ciencia, específicamente para la química, y su potencialidad aplicativa en contextos educativos similares, se sugiere su publicación.*

**Dra. Yanetti Contreras**
**C.I. N.- 12.414.098**
**(Tutor)**

**Dra. Julia Flores**
**C.I. N-5339090**

**Dra. Yeisa Borges**
**C.I. N.- 17.058.550**

**Dra Evelyn Tineo**
**C.I. N° 11.970.203**

**Dra. Margarita González**
**C.I. N.- 9.956075**

*La presente acta se encuentra registrada en la Coordinación de Estudios de Postgrado del Instituto Pedagógico de Caracas, bajo el N° de Control:*

2 026053 457255

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR**
**RECTORADO**

**Nº 20260534-57-255**

# "MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADO EN EL LENGUAJE Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN MEDIA"

***POR: Wil Fernando Contreras Royet***
***Pas. BA597712***

*Tesis del* ***Doctorado de Educación****, aprobada en nombre de la* ***Universidad Pedagógica Experimental Libertador*** *por el siguiente Jurado, a los 17 días del mes de junio de 2026:*



**Dra. Yanetti Contreras**
**C.I. N.- 12.414.098**
**(Tutor)**



**Dra. Julia Flores**
**C.I. N-5339090**



**Dra. Yeisa Borges**
**C.I. N.- 17.058.550**



**Dra Evelyn Tineo**
**C.I. N° 11.970.203**



**Dra. Margarita González**
**C.I. N.- 9.956075**

*La presente acta se encuentra registrada en la Coordinación de Estudios de Postgrado del Instituto Pedagógico de Caracas, bajo el N° de Control:*



**DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios Todopoderoso, fuente inagotable de sabiduría, fortaleza y perseverancia durante este arduo camino doctoral. A mi amada esposa e hijos, quienes representan mi motivación constante para superarme profesionalmente y ser ejemplo vivo de dedicación y compromiso. A las instituciones educativas públicas del municipio de Chinú, escenarios donde se materializó esta investigación y se develaron las voces auténticas de sus protagonistas. A la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, institución que posibilitó mi crecimiento académico y formación investigativa rigurosa. A mis directores de tesis, cuya guía experta, paciencia metodológica y orientación crítica fueron fundamentales en este proceso hermenéutico. A los docentes de química participantes, quienes generosamente compartieron sus experiencias pedagógicas. A todos quienes creyeron firmemente en la importancia de fortalecer la enseñanza de las ciencias químicas en contextos educativos colombianos y contribuir significativamente al desarrollo educativo del departamento de Córdoba.

**TABLA DE CONTENIDOS**


LISTA DE TABLAS ..... 6
LISTA DE FIGURAS ..... 7
RESUMEN ..... 8
INTRODUCCIÓN ..... 9
MOMENTO I ..... 13
APROXIMACIÓN A LA REALIDAD ..... 13
Propósitos de la investigación ..... 26
Justificación de la investigación ..... 27
MOMENTO II ..... 32
CONTEXTO REFERENCIAL ..... 32
Antecedentes de la investigación ..... 32
Bases conceptuales definicional ..... 46
Bases teóricas ..... 47
Bases legales ..... 74
MOMENTO III ..... 79
METODOLOGÍA ..... 79
Paradigma de la investigación ..... 80
Enfoque ..... 81
Dimensiones de la investigación ..... 82
Tipo y diseño de la Investigación ..... 87
Método de Investigación ..... 89
Informantes Clave ..... 94
Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información ..... 96
Técnicas de Recolección de Información ..... 97
Credibilidad y Fiabilidad de la Investigación ..... 99
Limitaciones teóricas, metodológicas y prácticas ..... 102
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS ..... 106
MOMENTO V ..... 177

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADO EN EL LENGUAJE Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS. ..... 177
Presentación del Modelo Teórico ..... 186
Síntesis del Momento V ..... 217
MOMENTO VI ..... 220
CONCLUSIONES ..... 220
REFERENCIAS ..... 227
Anexos ..... 247
Anexo 1. Entrevista en profundidad ..... 247
Anexo 2. Situación disciplinar del participante 1. ..... 250
Anexo 3. Situación disciplinar del participante 2 ..... 253
Anexo 4. Situación disciplinar participante 3 ..... 258
Anexo 5. Situación disciplinar del participante 4 ..... 259
Anexo 6 matriz de análisis ..... 260
Anexo 7. Consentimiento informado ..... 262
Anexo 8. Protocolo de validación y reflexión del modelo aplicado a los docentes ..... 264
Anexo 9. Valoración del modelo por parte de los docentes ..... 266
SINTESIS CURRICULAR ..... 268

**LISTA DE TABLAS**

**Tabla 1.** Tipos de lenguajes químicos y sus características ..... 49

**Tabla 2.** Concepciones epistemológicas sobre las ciencias: tradicionales y contemporáneas ..... 57

**Tabla 3**. Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias ..... 64

**Tabla 4.** Niveles del conocimiento químico según Johnstone (2000) ..... 68

**Tabla 5.** Tipología de modelos en la enseñanza de la química..... 70

**Tabla 6.** Categorización de los informantes claves..... 109

**Tabla 7.** Categorización de la investigación..... 110

**Tabla 8.** La barrera pedagógica: el predominio de la visión positivista heredada. ..... 166

**LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1.** Método hermenéutico de Gadamer..... 92

**Figura 2.** Prejuicios del investigador sobre el fenómeno de estudio ..... 108

**Figura 3.** Representación simbólica y submicroscópica sobre las disoluciones químicas de sulfato de sodio y cloruro de bario ..... 123

**Figura 4.** Representación simbólica y macroscópica sobre las disoluciones químicas de sulfato de sodio y cloruro de bario ..... 124

**Figura 5.** Representación simbólica sobre la reacción química sulfato de sodio y cloruro de bario ..... 126

**Figura 6.** Representación submicroscópica sobre las disoluciones químicas de sulfato de sodio y cloruro de bario ..... 126

**Figura 7.** Adaptación de los términos iconemas e íconos del lenguaje gráfico a los conceptos de (a) iconemas químicos e íconos químicos (b) lenguaje gráfico de la química) .... 127

**Figura 8.** Red conceptual o categorial del texto ..... 128

**Figura 9.** El docente como filtro de la enseñanza..... 129

**Figura 10.** Red conceptual - Concepciones sobre las ciencias..... 143

**Figura 10.** La complejidad del lenguaje especializado químico..... 145

**Figura 12.** Red conceptual categorial del texto ..... 160

**Figura 13.** Síntesis del déficit estructural en la didáctica local. ..... 168

**Figura 14.** Criterios teóricos y pedagógicos fundamentados en las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes utilizados en la enseñanza de la química. ..... 184

**Figura 10.** Red conceptual - Concepciones sobre las ciencias..... 187

**Figura 16.** Componentes del modelo teórico para la enseñanza de la química basado en epistemología y lenguajes químicos. ..... 187

**Figura 17.** Aspectos claves del modelo..... 189

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR**
**INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS**
**Doctorado en Educación**
**Unidad de Investigación a la que se adscribe la Línea: Centro de Investigaciones de Ciencias Naturales "Manuel Ángel Gonzáles Sponga" (CICNAT)**
**Línea de Investigación: Epistemología En La Formación Docente En Ciencias Nº 2021-001 37.**

# MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADO EN EL LENGUAJE Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN MEDIA.

Tesis doctoral presentado como requisito parcial para optar al Grado de Doctor en Educación

Autor: Wil Fernando Contreras Royet
Tutor(a): Dra. Yanetti Contreras
Fecha: junio de 2026

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito generar un modelo para la enseñanza de la química basado en el lenguaje y la epistemología de las ciencias en educación media. El estudio se desarrolló en instituciones educativas del municipio de Chinú, departamento de Córdoba, Colombia. Metodológicamente se orientó bajo el enfoque cualitativo mediante el método fenomenológico hermenéutico propuesto por Gadamer (1977). La información se recolectó mediante entrevistas en profundidad aplicadas a cuatro docentes de química. Los resultados principales revelan desarticulación sistemática entre los tres niveles representacionales establecidos por Johnstone (1991): macroscópico, submicroscópico y simbólico. Se identificó empleo inconsistente de convenciones sintácticas internacionales en lenguajes simbólico y matemático, limitaciones comunicativas en el lenguaje verbal docente caracterizado por fragmentaciones y ambigüedades terminológicas, subutilización del lenguaje gráfico para representar fenómenos submicroscópicos, y coexistencia paradójica entre discursos pedagógicos constructivistas y prácticas transmisivas que revelan concepciones epistemológicas positivistas arraigadas culturalmente. Estos hallazgos fundamentaron la construcción de un modelo teórico que integra ocho componentes interdependientes: contextualización mediante situaciones significativas, exploración de ideas previas, adopción de perspectivas epistemológicas contemporáneas, implementación de estrategias dialógicas, utilización de recursos como mediadores epistemológicos, desarrollo de coherencia en lenguaje verbal técnico, dominio de convenciones simbólicas específicas, y articulación sistemática de niveles representacionales mediante lenguajes apropiados. El modelo operacionaliza estos principios mediante secuencias didácticas concretas adaptadas contextualmente.

**Descriptores:** El lenguaje de la química, epistemología de las ciencias, enseñanza de la química

## INTRODUCCIÓN

Comprender la química simboliza uno de los desafíos formativos más complejos en la educación secundaria colombiana. Esta disciplina científica demanda capacidades para transitar entre múltiples sistemas representacionales abstractos mientras se construyen modelos explicativos sobre fenómenos imperceptibles directamente, como señala Johnstone (1991). Las instituciones educativas enfrentan dificultades recurrentes donde los estudiantes no logran establecer conexiones significativas entre observaciones macroscópicas, interpretaciones submicroscópicas y codificaciones simbólicas. Esta investigación doctoral construye propuestas fundamentadas teóricamente para transformar la enseñanza química mediante integración coherente entre perspectivas epistemológicas contemporáneas y estrategias comunicativas apropiadas.

Las observaciones y conversaciones preliminares sobre la praxis docente realizadas en instituciones educativas del municipio de Chinú, Córdoba, revelaron que numerosos estudiantes experimentan incomprensiones profundas sobre conceptos químicos fundamentales. Manifiestan incapacidad para interpretar representaciones simbólicas convencionales, dificultades para visualizar procesos submicroscópicos que explican transformaciones observables, y limitaciones para emplear apropiadamente el lenguaje matemático al cuantificar fenómenos químicos. Estas barreras comprensivas resultan de interacciones complejas entre múltiples factores: concepciones epistemológicas tradicionales, empleo inconsistente de convenciones sintácticas, metodologías predominantemente transmisivas y desarticulación sistemática entre los tres planos representacionales.

El desarrollo de este trabajo investigativo está estructurado en seis momentos fundamentales que garantizan la coherencia metodológica y teórica del estudio. El Momento I presenta la aproximación a la realidad, donde se expone un análisis detallado de la situación real de la enseñanza química a nivel internacional, latinoamericano y nacional. Se documenta cómo las debilidades en la comprensión química constituyen una problemática global que afecta el desarrollo científico y tecnológico. Este momento incluye la formulación del interrogante central, los propósitos que orientan el estudio, y la justificación que fundamenta su relevancia educativa.

El Momento II desarrolla el contexto referencial mediante la presentación de antecedentes investigativos organizados cronológicamente, que proporcionan el estado del arte sobre la enseñanza de la química, los lenguajes científicos especializados y las concepciones epistemológicas docentes. Las bases teóricas abordan comprehensivamente la naturaleza epistemológica de las ciencias, los tres niveles representacionales del conocimiento químico según Johnstone (1982), los múltiples lenguajes especializados de la química, el uso de modelos científicos en la enseñanza, y las concepciones epistemológicas que orientan las prácticas pedagógicas. El marco legal establece el sustento normativo en la legislación educativa colombiana.

El Momento III presenta la metodología fundamentada en el paradigma interpretativo con enfoque cualitativo y diseño fenomenológico hermenéutico, aplicando el método hermenéutico de Gadamer (1977) como estrategia central para comprender las concepciones epistemológicas docentes y las prácticas comunicativas implementadas durante la enseñanza química. Se caracterizan los informantes clave como docentes de química en ejercicio en la educación media. Se describen las técnicas de recolección de información empleadas y se detallan las fases del procedimiento investigativo. El procesamiento contempla etapas sistemáticas de análisis hermenéutico que permiten la emergencia de categorías significativas.

Los criterios de calidad investigativa aseguran la credibilidad, transferibilidad y confirmabilidad del estudio mediante triangulación de fuentes y técnicas. Se implementaron procedimientos rigurosos para garantizar que las interpretaciones construidas emergieran genuinamente de los datos documentados en lugar de reflejar exclusivamente las precomprensiones del investigador. Se realizaron procesos de validación comunicativa con los participantes que fortalecieron la confiabilidad de las comprensiones alcanzadas. Estos mecanismos metodológicos garantizan la rigurosidad científica del proceso interpretativo desarrollado, asegurando que los hallazgos resulten fundamentados empírica y teóricamente coherentes con los marcos conceptuales consultados durante la investigación.

El Momento IV despliega el análisis e interpretación de los resultados, donde se aplica rigurosamente el método hermenéutico de Gadamer (1977) a través de sus etapas constitutivas, desde la precomprensión inicial hasta la fusión de horizontes interpretativos. En

este apartado se examinan los hallazgos emergentes de la triangulación entre las concepciones epistemológicas docentes explicitadas verbalmente, las prácticas pedagógicas efectivamente observadas durante las clases y los fundamentos teóricos contemporáneos sobre enseñanza de las ciencias. Se revelan hallazgos significativos como la desarticulación entre los tres niveles representacionales y el empleo inconsistente de convenciones sintácticas.

Se documentan las limitaciones en la comunicación verbal docente, la subutilización del lenguaje gráfico para representar fenómenos submicroscópicos, y la coexistencia paradójica de discursos constructivistas con prácticas pedagógicas tradicionales transmisivas. Estas contradicciones evidencian concepciones positivistas arraigadas culturalmente que orientan implícitamente las decisiones didácticas implementadas cotidianamente. La tensión entre el discurso pedagógico explícito que los docentes sostienen y las prácticas efectivamente implementadas revela la persistencia de creencias epistemológicas tradicionales sobre la naturaleza del conocimiento científico, su construcción social y los procesos mediante los cuales se validan las afirmaciones en el campo disciplinar químico.

El Momento V materializa la construcción del modelo teórico desde la comprensión hermenéutica, integrando los hallazgos empíricos con perspectivas epistemológicas contemporáneas y estrategias comunicativas apropiadas para responder a las necesidades detectadas. Esta sección estructura la propuesta pedagógica en ocho componentes interdependientes que operan sinérgicamente: despertar interés mediante situaciones contextualizadas significativas, explorar ideas previas conectando experiencias concretas con conceptos abstractos, adoptar perspectivas epistemológicas contemporáneas sobre construcción social del conocimiento científico, implementar estrategias dialógicas que materializan procesos epistémicos auténticos, utilizar recursos pedagógicos como mediadores epistemológicos y lingüísticos.

Se desarrolla coherencia en el lenguaje verbal técnico especializado, se dominan convenciones específicas de cada sistema simbólico químico, y se articula sistemáticamente los tres niveles representacionales mediante lenguajes apropiados. Se operacionalizan estos principios mediante estrategias didácticas concretas, ejemplos contextualizados al municipio de Chinú y orientaciones para implementación progresiva. Cada componente se describe

especificando sus dimensiones operativas, estrategias específicas y ejemplos situados que ilustran su implementación en las condiciones reales del contexto educativo estudiado. El modelo privilegia recursos humanos y culturales presentes, adaptándose a las realidades institucionales existentes sin requerir inversiones materiales inexistentes.

Finalmente, el Momento VI presenta las conclusiones provisionales y nuevos interrogantes derivados del proceso investigativo, sintetizando los aportes teóricos y prácticos generados para el campo de la didáctica de las ciencias. Se reflexiona sobre cómo las concepciones epistemológicas arraigadas y los sistemas lingüísticos empleados determinan fundamentalmente las formas de enseñanza y las posibilidades comprensivas estudiantiles. Se plantean recomendaciones específicas para la implementación de metodologías activas, el desarrollo de habilidades científicas transversales, la integración transdisciplinar de saberes químicos y el equilibrio apropiado entre fundamentación teórica y práctica experimental contextualizada.

Asimismo, se formulan interrogantes para investigaciones futuras que permitan evaluar el impacto del modelo propuesto sobre la comprensión química estudiantil, profundizar en cómo las diferentes representaciones químicas influyen diferencialmente en el aprendizaje, y comprender las concepciones docentes sobre la naturaleza epistemológica de los modelos científicos como herramientas explicativas fundamentales. Estas prospectivas investigativas abren caminos para continuar fortaleciendo la enseñanza de las ciencias en contextos educativos colombianos, contribuyendo al desarrollo de competencias científicas necesarias para formar ciudadanos críticos capaces de comprender fenómenos naturales, tomar decisiones fundamentadas sobre problemáticas ambientales y tecnológicas, y participar activamente en sociedades donde el conocimiento científico resulta cada vez más determinante.

## MOMENTO I

## APROXIMACIÓN A LA REALIDAD

La química es una ciencia que se encarga de estudiar la estructura, composición, propiedades y transformaciones de la materia. Desde su origen, han sido los cimientos para construir los avances de la humanidad, suministrando los peldaños para entender, comprender y modificar los entornos naturales y tecnológicos. Desde la generación de medicamentos hasta la construcción de materiales sofisticados como los que se utilizan en la nanotecnología de los aparatos electrónicos, de igual forma, en la solución de problemas ambientales, impulsando el progreso de las sociedades en diversos campos. Esta disciplina científica constituye los cimientos básicos para el desarrollo económico, social y tecnológico de las naciones contemporáneas, influyendo directamente en la calidad de vida de las poblaciones y en la capacidad de las sociedades para enfrentar desafíos ambientales, sanitarios y productivos que caracterizan al siglo XXI.

Estudiar las ciencias químicas se hace fundamental porque no solo desarrolla el pensamiento crítico y la resolución de problemas, sino que forma a los estudiantes para la vida, entender sus dinámicas y su progreso en un mundo tan cambiante como el de hoy. En otras palabras, la comprensión profunda de la química es esencial para abordar y resolver los problemas complejos que enfrenta nuestra sociedad moderna. Sin embargo, Martínez (2022) señala que diversos estudios internacionales evidencian debilidades significativas en la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina a nivel global. Según el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes PISA (2018), apenas el 21% de los estudiantes de

América Latina supera el nivel mínimo de competencias científicas, cifra que contrasta notablemente con el 37% promedio de países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Rodríguez y Arias, 2022).

Por otra parte, Cedeño y Pita (2021) documentan que esta brecha se acentúa particularmente en química, donde los estudiantes presentan mayores dificultades para comprender conceptos abstractos y establecer relaciones coherentes entre fenómenos observables y explicaciones microscópicas. De acuerdo con la UNESCO, se reporta a nivel latinoamericano que el 57% de los estudiantes no logra aplicar competencias científicas básicas para resolver situaciones problemáticas de su contexto cotidiano, evidenciando una desconexión entre lo aprendido en el aula y las competencias requeridas para la vida (UNESCO, 2022).

A nivel latinoamericano, Torres (2022) reporta que las evaluaciones de la calidad de la Educación revelan que el 57% de los estudiantes de educación media presenta desempeño insuficiente en ciencias naturales. Particularmente en química, solo el 43% de los estudiantes logra explicar fenómenos químicos cotidianos utilizando conceptos científicos apropiados. Estas cifras evidencian una problemática regional que trasciende contextos geográficos específicos, sugiriendo debilidades estructurales en los modelos de enseñanza predominantes en los sistemas educativos González y Naranjo (2023).

Asimismo, Velásquez (2023) indica que las brechas de desempeño en química son más pronunciadas cuando se comparan zonas urbanas con rurales, donde los estudiantes de sectores rurales obtienen en promedio 26 puntos menos en pruebas estandarizadas de ciencias. En países como Colombia, el porcentaje de estudiantes rurales que alcanza niveles satisfactorios en química no supera el 15%, según datos del Laboratorio de Economía de la Educación (LEE, 2023). Esta disparidad territorial refleja inequidades en recursos educativos, formación docente especializada y condiciones de infraestructura que afectan la calidad de los procesos formativos.

En Colombia, el Laboratorio de Economía de la Educación-LEE (2022) señala que la situación presenta características similares pero con particularidades propias del contexto nacional. Los resultados de las pruebas SABER 11 del periodo 2019-2022 muestran que apenas

el 3% de los estudiantes alcanza nivel avanzado en el componente de ciencias naturales, mientras que el 65% se ubica en niveles insuficiente y mínimo (ICFES, 2022).

De igual manera, MinEducación (2022) documenta que esta disparidad se agudiza en departamentos con mayor ruralidad como Córdoba, La Guajira y Chocó, donde el 94% de los establecimientos educativos oficiales se clasifica en las categorías de desempeño más bajo, con promedios 23 puntos por debajo de la media nacional en ciencias naturales. El Ministerio de Educación Nacional reporta que en estas regiones, el 72% de las instituciones educativas carece de docentes con formación específica en didáctica de las ciencias, factor que incide directamente en la calidad de los procesos de enseñanza. Adicionalmente, el 81% de los estudiantes de estos departamentos manifiesta percepciones negativas hacia la química, asociándola con dificultad excesiva y desconexión de su realidad inmediata (Secretaría de Educación Departamental de Córdoba, 2024).

El municipio de Chinú, ubicado en el departamento de Córdoba, presenta características particulares que configuran el contexto específico donde se desarrolla esta investigación. Con una economía basada principalmente en agricultura y ganadería, Chinú enfrenta desafíos educativos relacionados con limitaciones en infraestructura, recursos didácticos y formación docente especializada. Pérez (2024) indica que parte de las instituciones educativas en el municipio tiene carencias en cuanto a la dotación de espacios y elementos para la enseñanza de química, en donde tanto los docentes como los estudiantes se ven limitados en el proceso formativa, generando dificultades para la apropiación del conocimiento. A esto se suma la falta de personal calificado en el área que disponga de estudios complementarios.

En este territorio, esta tendencia se reproduce de manera particular: durante las conversaciones preliminares realizadas a los docentes de química en las instituciones educativas públicas del municipio, los docentes manifestaron que los estudiantes expresaban de manera recurrente que la química les resulta incomprensible, abstracta y alejada de su cotidianidad, lo que genera apatía y abandono progresivo del interés por la asignatura.

Por lo tanto, los modelos y las estrategias de enseñanza deben apuntar a esas dinámicas de las realidades, sin olvidar su historia, pero visionando su futuro. En las instituciones educativas del municipio de Chinú, la praxis docente observada directamente durante el trabajo

de campo evidenció clases centradas en la transmisión unidireccional de contenidos, uso exclusivo del tablero y el marcador, ausencia de actividades experimentales significativas, y predominio de ejercicios rutinarios de aplicación mecánica de fórmulas. Las prácticas en la enseñanza de la química, observadas directamente en las aulas de las instituciones educativas del municipio, se basan en aquellas heredadas del positivismo, que por su carácter empírico-analítico, se fundamentan en la idea de que la observación es objetiva, la experimentación es tipo receta y las demostraciones son fuentes principales para construir conocimientos, siendo la interacción social entre los sujetos prácticamente nula.

Estas prácticas son las que se han heredado en las aulas de clase, a tal punto que el maestro asume el rol de un transmisor de verdades absolutas. Esta perspectiva tradicional, documentada por González (2021), Fernández (2022) y Vargas (2022) en diversos contextos latinoamericanos, y constatada directamente en las aulas de las instituciones del municipio de Chinú, donde los estudiantes permanecen como receptores pasivos y el error es sancionado en lugar de aprovecharse como oportunidad de aprendizaje, limita las posibilidades de desarrollar comprensión profunda y pensamiento científico genuino en los estudiantes.

En el municipio de Chinú, los docentes de química de las instituciones educativas públicas constituyen los protagonistas centrales de esta problemática, pues durante el trabajo de campo manifestaron una tensión permanente entre lo que saben que deberían hacer pedagógicamente y lo que efectivamente logran implementar en el aula, expresando con preocupación su propia incertidumbre frente al uso de los lenguajes químicos, reconociendo dificultades para articular los niveles representacionales en sus explicaciones y admitiendo que sus concepciones epistemológicas fueron construidas durante una formación inicial que privilegió los contenidos disciplinares sobre los pedagógicos.

En apoyo a esta perspectiva, Cordero (2025) sostiene que estas prácticas heredadas limitan la participación de los estudiantes en la construcción del conocimiento científico. La enseñanza basada exclusivamente en la transmisión unidireccional ignora los procesos de indagación, experimentación abierta y discusión argumentada que caracterizan el trabajo científico auténtico. Los estudiantes sometidos a esta metodología desarrollan una visión distorsionada de la ciencia, percibiéndola como un conjunto estático de fórmulas y

procedimientos rígidos, alejados de su naturaleza dinámica, creativa y socialmente construida a través del tiempo, generando desmotivación y rechazo hacia el aprendizaje químico.

De acuerdo con Pabón (2025), la visión positivista heredada de la enseñanza de las ciencias, que concibe el conocimiento químico como un conjunto de verdades absolutas que deben transmitirse de forma unidireccional, conduce a que los maestros utilicen estrategias de enseñanza directa, vertical, entre el profesor y el estudiante; asimismo, se emplea un lenguaje verbal, simbólico, abstracto y complejo del conocimiento científico, relacionado con entidades submicroscópicas y macroscópicas de la materia. En algunos casos, la explicación de conceptos es muy simplificada, transmitida por la exposición oral y la lectura de textos académicos; por otro lado, utilizan como recursos didácticos el marcador, tablero, ejercicios rutinarios y cuando la estrategia es de tipo experimental, la realizan tipo receta, a partir de una serie de pasos, para verificar la hipótesis, en donde el error se castiga y no es fuente para futuras explicaciones (Rua y Álzate, 2012); (Bárcenas, 2023). Estos métodos perpetúan un aprendizaje mecánico donde los estudiantes reproducen procedimientos sin comprender los fundamentos conceptuales que los sustentan, dificultando el desarrollo de competencias científicas.

Asimismo, Murillo (2024) documenta que la simplicidad excesiva en las explicaciones químicas genera vacíos conceptuales que dificultan la comprensión de fenómenos más complejos en niveles educativos superiores. Los estudiantes memorizan definiciones sin comprender los principios que las sustentan, lo cual se traduce en incapacidad para transferir conocimientos a situaciones nuevas o resolver problemas no rutinarios. La ausencia de estrategias que promuevan el razonamiento causal, la modelización y la representación múltiple del conocimiento químico perpetúa un aprendizaje superficial carente de significado, afectando el rendimiento académico a largo plazo.

Este método de enseñanza tradicional-cientificista ha sido criticado por algunos autores como Henao (2008); Guzmán y Restrepo (2014); Arcia y Contreras (2016); Rodríguez (2025) por presentar las ciencias como hechos inmutables, limitar el desarrollo de habilidades investigativas, creativas e innovadoras para la resolución de problemas y la toma de decisiones, como el trabajo en equipo, el consenso, la crítica, el disenso, la refutación de teorías y la

argumentación mediada por el lenguaje. Esta visión reduccionista empobrece el potencial formativo de la química y obstaculiza el desarrollo de pensamiento crítico en los estudiantes.

Por consiguiente, Estupiñán (2022) enfatiza que la visión cientificista empobrece el potencial formativo de la química al reducirla a un conjunto de contenidos descontextualizados. Los estudiantes no logran establecer conexiones entre los conceptos químicos y sus aplicaciones prácticas en la vida cotidiana, el ambiente o la industria. Esta desconexión genera desinterés, desmotivación y percepciones negativas hacia la disciplina, factores que contribuyen al bajo rendimiento académico y al abandono de carreras científicas en la educación superior, problema documentado en diversos contextos educativos latinoamericanos por organismos internacionales.

En consecuencia, de lo anterior la enseñanza de la química ha venido evolucionando hacia perspectivas más dinámicas, flexibles, contextualizadas centradas en el estudiante, de esta manera se busca superar el tradicionalismo de solo repetición y memorización de conceptos y fórmulas, hacia una enseñanza basada en la comprensión, el desarrollo del pensamiento crítico, y a la solución de problemas vinculados a la vida cotidiana, además se reconoce la importancia de un enfoque interdisciplinario y socio cultural que permita fomentar una actitud científica y reflexiva para el estudiante. Estos enfoques contemporáneos priorizan la construcción activa del conocimiento y la formación de competencias transferibles a diversos contextos.

Desde esta perspectiva, Velásquez (2023) argumenta que los enfoques contemporáneos priorizan el aprendizaje activo mediante metodologías que involucran al alumnado como actor principal de su proceso formativo. Estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el trabajo colaborativo, la indagación guiada y el uso de contextos auténticos permiten construir comprensiones más profundas y duraderas. Estas metodologías favorecen el desarrollo de competencias transversales como la comunicación científica, el pensamiento sistémico y la capacidad de trabajar interdisciplinariamente para abordar situaciones complejas de la realidad contemporánea.

Ahora bien, al observar la ciencia desde un paradigma contemporáneo en donde, los maestros y estudiantes tienen que elegir comunicaciones horizontales, procesos

contextualizados, epistemológicos, históricos y sociológicos de interacción científica, se requiere que los docentes tengan otras perspectivas de las ciencias y su enseñanza, en el que se valore la crítica, el debate, la reflexión, la toma de decisiones, el intercambio emocional, la importancia de esta en sus vidas y en la sociedad, tal como lo expresan en sus estudios Candela (2010); Henao et al. (2011); Jiménez (2018); López-Gutiérrez et al. (2022); Paredes et al. (2024), al lograr lo anterior, se pretende que los estudiantes pueden expresar y demostrar sus puntos de vistas, fundamentales en la forma en que construyen el conocimiento científico en el aula. Este cambio paradigmático exige transformaciones profundas en la formación docente y en las concepciones sobre la naturaleza del conocimiento científico.

Además, Aragón (2024) sostiene que la transformación hacia paradigmas contemporáneos requiere que los docentes reconceptualicen su rol desde facilitadores del aprendizaje hasta mediadores culturales del conocimiento científico. Esta reconceptualización implica abandonar la postura del profesor como única fuente de conocimiento y promover ambientes de aprendizaje donde se valoren las ideas previas de los estudiantes, se fomente el diálogo argumentado y se construyan significados compartidos. La enseñanza dialógica de la química permite que los estudiantes desarrollen identidades científicas y aprecien la ciencia como práctica social históricamente situada.

En este sentido, es importante reflexionar sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias que los maestros de química aportan al proceso educativo y que orientan su enseñanza, así como la forma en que lo comunica, en donde el lenguaje utilizado es fundamental para que el estudiante codifique y decodifique el mensaje y pueda comprender las ciencias-química en clase. Las concepciones epistemológicas de los docentes funcionan como marcos implícitos que determinan sus decisiones pedagógicas, influyendo directamente en las oportunidades de aprendizaje que se ofrecen a los estudiantes.

En tal sentido, Parra (2022) advierte que las concepciones epistemológicas de los docentes funcionan como filtros que determinan qué se enseña, cómo se enseña y qué se evalúa en química. Un docente con visión empirista priorizará la experimentación verificacionista, mientras que uno con perspectiva constructivista enfatizará la construcción activa de conocimiento mediante la indagación. Estas concepciones, frecuentemente implícitas

y no reflexionadas, condicionan las decisiones pedagógicas cotidianas y afectan directamente las oportunidades de aprendizaje que se ofrecen a los estudiantes en las aulas, generando inconsistencias entre discurso y práctica.

Complementando lo anterior, Galagovsky et al. (2014) expresan que la enseñanza de la ciencias químicas se describe por el uso de diversos lenguajes. Esta particularidad lingüística puede representar un desafío significativo para los maestros, ya que para la forma en que se construye el conocimiento científico requiere familiarizarse con dichos lenguajes (lenguaje verbal, gráfico, de fórmulas químicas y cálculos matemáticos). Cabe señalar que este abordaje de los lenguajes utilizados en enseñanza de la química por parte de los maestros puede ocasionar problemas de comunicación y obstáculos de aprendizaje si no se utilizan adecuadamente. La complejidad representacional de la química exige que los docentes desarrollen consciencia metalingüística sobre los sistemas simbólicos que emplean en sus explicaciones.

Por otra parte, Asprilla et al., (2022) documenta que la multiplicidad de representaciones en química exige que los estudiantes desarrollen habilidades de traducción entre diferentes sistemas simbólicos. La capacidad de transitar entre ecuaciones químicas, modelos moleculares tridimensionales, gráficas de propiedades y descripciones verbales constituye un indicador de comprensión profunda. Los docentes que no hacen explícitas estas conexiones entre representaciones generan fragmentación conceptual, dificultando que los estudiantes integren las diferentes facetas del fenómeno químico en un modelo mental coherente y funcional para la resolución de problemas.

En este sentido la presente investigación emerge de las interacciones personales, durante más de 15 años como docente de ciencia-química, con estudiantes y con la interacción con algunos maestros de química que laboran en las instituciones educativas urbanas de Colombia y del municipio de Chinú departamento de Córdoba, donde los maestros expresan con preocupación las dificultades que tienen los estudiantes de la educación media en comprender la química. Estas interacciones han permitido identificar patrones recurrentes de dificultades relacionadas con el uso fragmentado e inconsistente de los lenguajes químicos verbal, simbólico, gráfico y matemático por parte de los docentes, así como con la persistencia

de concepciones epistemológicas positivistas que orientan prácticas pedagógicas transmisivas, descontextualizadas y centradas en la memorización de fórmulas, factores que configuran una enseñanza de la química que no logra generar comprensión profunda en los estudiantes de educación media del municipio.

En concordancia con lo observado en las instituciones del municipio de Chinú, Cabrera (2016) identifica que las dificultades de comprensión en química no constituyen casos aislados sino patrones recurrentes que se manifiestan en diferentes contextos educativos. Los estudiantes presentan obstáculos para comprender conceptos abstractos como mol, equilibrio químico, electronegatividad y enlace químico. Estas dificultades se acentúan cuando la enseñanza no considera los prerrequisitos conceptuales necesarios ni proporciona experiencias de aprendizaje que permitan construir progresivamente estos conceptos complejos mediante aproximaciones sucesivas que articulen lo observable con lo teórico, generando vacíos conceptuales acumulativos.

En este contexto de la educación media en el municipio de Chinú, respecto a la enseñanza de la química no es ajeno a la problemática mencionada en el anterior párrafo. Parece ser que los lenguajes de la química, con sus niveles representacionales (nivel macroscópico, nivel simbólico y nivel submicroscópico) articulado con los códigos y formatos sintáctico de cada lenguaje, representa un primer reto para la comprensión de la química en los estudiantes, quienes deben aprender a integrar las diversas representaciones abstractas y simbólicas del mundo submicroscópico con los aspectos macroscópicos de los fenómenos químicos. Esta complejidad representacional se ve agravada por limitaciones en la formación docente especializada y las condiciones particulares de las instituciones educativas del municipio.

Igualmente, Quijano y Navarrete (2021) señala que la desarticulación entre los niveles representacionales genera confusión conceptual en los estudiantes. Muchos pueden memorizar fórmulas químicas sin comprender las interacciones moleculares que representan, o describir fenómenos macroscópicos sin relacionarlos con procesos submicroscópicos. Esta fragmentación posiblemente impide la construcción de modelos mentales integrados que permitan explicar, predecir y transferir conocimientos a situaciones nuevas. La enseñanza debe

promover intencionalmente la conexión explícita entre estos niveles mediante estrategias de modelización y representación múltiple del conocimiento químico para garantizar comprensión genuina.

Los docentes del área de química del municipio, por su parte, se encuentran en la posición de facilitar este aprendizaje, pero muchas veces la falta de un enfoque claro sobre las ciencias y de cómo conectar de manera efectiva estos lenguajes (verbal, simbólico, gráfico y matemático) con la realidad tangible de los estudiantes provoca incomprensión de entender los procesos químicos. Esta carencia de referentes teóricos integrados limita las posibilidades de diseñar secuencias didácticas coherentes que articulen sistemáticamente los diferentes sistemas representacionales de la química.

Desde una perspectiva ontológica, los maestros del municipio no solo enfrentan las carencias materiales ya descritas, sino que ejercen su labor sin marcos teóricos integrados que les permitan tomar decisiones didácticas fundamentadas sobre el uso coherente de los lenguajes químicos y la orientación de sus concepciones epistemológicas hacia perspectivas contemporáneas, condición que no obedece a falta de compromiso sino a ausencias estructurales en su formación inicial y en los procesos de actualización docente que el sistema educativo les ha ofrecido a lo largo de su trayectoria profesional.

En consecuencia, Martínez y Garay (2023) documentan que los docentes enfrentan dificultades para transitar entre los diferentes lenguajes químicos durante sus explicaciones. Frecuentemente utilizan representaciones simbólicas sin anclarlas en experiencias concretas, o presentan fenómenos macroscópicos sin explicitar los procesos submicroscópicos subyacentes. Esta desconexión entre lenguajes se agrava cuando los docentes no han desarrollado consciencia metalingüística sobre los sistemas representacionales que emplean, limitando su capacidad para diseñar secuencias didácticas que integren progresivamente la comprensión de los estudiantes mediante la articulación intencional de múltiples representaciones del conocimiento químico.

A esto se le suma un segundo reto la diversidad de concepciones epistemológicas sobre las ciencias que manejan, lo que podría estar influyendo en la manera en que los maestros enseñan las ciencias químicas, dificultando de forma significativa la comprensión de esta en los

procesos de enseñanza con respecto a estas concepciones Galvis y Pasuy (2022); Aviles y Galembeck (2019); Ávila et al. (2020). Coinciden en que estas hacen referencias a creencias, conceptos, significados, posturas, ideas y actitudes que el maestro piensa acerca de algo, y que son fundamentales para explicar, comprender y entender las realidades de un fenómeno específico, en este caso acerca de cómo se construye el conocimiento en el aula. Estas concepciones epistemológicas operan frecuentemente de manera implícita, condicionando las decisiones pedagógicas sin que los docentes sean plenamente conscientes de su influencia en las prácticas de enseñanza.

Asimismo, Caballero y Castro (2025) advierte que las concepciones epistemológicas incongruentes entre docentes de una misma institución generan inconsistencias curriculares que confunden a los estudiantes. Mientras un profesor promueve la experimentación abierta y el cuestionamiento, otro puede castigar el error y demandar memorización de definiciones. Esta fragmentación epistemológica dificulta la construcción coherente del conocimiento científico a lo largo de la trayectoria escolar. Se requiere que las instituciones educativas promuevan espacios de reflexión colectiva sobre epistemología de las ciencias para consensuar orientaciones pedagógicas coherentes que favorezcan aprendizajes significativos.

La problemática radica en que los docentes de química de las instituciones educativas del municipio de Chinú carecen de un modelo teórico que les permita articular de manera coherente los lenguajes que utilizan en sus clases con las concepciones epistemológicas que orientan su enseñanza, situación evidenciada en la formación inicial recibida, donde predominaron enfoques disciplinares sobre los pedagógicos y didácticos, dejando a los docentes sin referentes teóricos integrados para abordar la complejidad comunicativa y epistemológica que caracteriza la enseñanza de la química.

Esto posiblemente estaría generando un proceso didáctico desordenado, fragmentado e inconcluso de las ideas científicas y sin sentido para los estudiantes tal como lo expresan Arturo (2015); Pino (2023); Galagovsky et al. (2003) que, en mucho caso, no obedece a las complejidades del conocimiento químico ni a las necesidades de aprender y comprender de los estudiantes, si no a la forma de "hablar ciencias", de comunicar y construir conocimiento en el

aula. Esta ausencia de marcos integradores constituye una debilidad estructural que limita las posibilidades de mejora sistemática de la enseñanza química en contextos educativos diversos.

De igual forma, se hace necesario destacar que las instituciones educativas públicas del municipio de Chinú, ubicado en la subregión Sabanas del departamento de Córdoba, con una economía basada en la agricultura, ganadería e industria del calzado, y donde la mayoría de la población pertenece a los estratos socioeconómicos 1 y 2, no cuentan con laboratorios para realizar trabajos experimentales y las que los poseen están en malas condiciones, sin agua, sin reactivos y pocos materiales, no aptos para desarrollar clases dinámicas de tipo experimental. Los docentes les tocan recurrir a materiales artesanales y caseros.

Algunos docentes de química manifiestan hacer un máximo de 3 o 4 actividades por año, otros ninguna, problemática no solo en el municipio, sino también a nivel nacional, como lo evidencia Guarnizo y Puentes (2024) en su investigación. Según el Ministerio de Educación Nacional (2022), solo el 38% de las instituciones educativas públicas del país cuentan con laboratorios de ciencias funcionales, situación que se agrava en zonas rurales donde esta cifra desciende al 19%, limitando significativamente las experiencias de aprendizaje experimental.

Adicionalmente, Asprilla et al., (2022) documentan que las limitaciones de infraestructura no solo restringen las experiencias prácticas sino que refuerzan concepciones inadecuadas sobre la naturaleza experimental de la química. Los estudiantes desarrollan visiones distorsionadas donde la química se percibe como disciplina puramente teórica y abstracta, desvinculada de la experiencia sensorial y la manipulación de materiales. Esta carencia de experiencias de laboratorio impide el desarrollo de habilidades procedimentales, la comprensión de metodología científica y la construcción de conocimiento mediante la contrastación empírica de hipótesis, generando desconexión entre teoría y práctica.

Por otra parte, el uso de computadoras es limitado, solo se utilizan para desarrollar clases de informática, sumando la falta de conectividad es casi imposible hacer laboratorios virtuales, evidencia expresada por Martínez et al. (2018) en su estudio sobre Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza-aprendizaje por parte de los profesores de química. Esta brecha digital profundiza las desigualdades educativas entre contextos urbanos y rurales, privando a estudiantes de recursos

pedagógicos contemporáneos que podrían compensar parcialmente las deficiencias de infraestructura física.

Igualmente, Meroni et al., (2015) señala que la brecha digital en instituciones educativas limita el acceso a recursos didácticos contemporáneos que podrían compensar parcialmente las deficiencias de infraestructura física. Simulaciones interactivas, laboratorios virtuales, bases de datos moleculares y aplicaciones de modelización representan alternativas pedagógicas que permitirían a los estudiantes visualizar procesos submicroscópicos y manipular variables en experimentos virtuales. La exclusión de estas tecnologías perpetúa desigualdades educativas entre instituciones con diferentes niveles de recursos, afectando las oportunidades de aprendizaje de poblaciones vulnerables y ampliando brechas existentes.

De todo lo expuesto, surge la necesidad de desarrollar un modelo teórico que integre la desarticulación entre los niveles de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico, las concepciones epistemológicas tradicionales de los docentes y las deficiencias comunicativas en el uso de lenguajes químicos especializados, y que permita comprender que el lenguaje utilizado y las concepciones epistemológicas traen implicaciones en su enseñanza, tal como lo expresa Tirado (2015). Este modelo teórico no solo debe abarcar las diversas formas de representación del conocimiento químico, sino también proporcionar una estructura para interpretar y mejorar las prácticas pedagógicas desde una perspectiva epistemológica, tal como lo expresan Adúriz-Bravo et al. (2006). La construcción de este modelo representa una contribución significativa al campo de la didáctica de las ciencias, particularmente en contextos donde persisten debilidades estructurales en la formación científica de los estudiantes.

En este orden de ideas, Pabón (2025) argumenta que los modelos teóricos en didáctica de las ciencias deben articular dimensiones epistemológicas, lingüísticas y pedagógicas para proporcionar orientaciones fundamentadas a los docentes. Un modelo comprensivo permitiría identificar coherencias e incoherencias entre las concepciones epistemológicas declaradas y las prácticas pedagógicas implementadas, facilitando procesos de reflexión que conduzcan a transformaciones genuinas. Asimismo, proporcionaría criterios para seleccionar estrategias didácticas apropiadas según los contenidos químicos específicos, las características de los estudiantes y los contextos educativos particulares donde se desarrolla la enseñanza.

Sobre la base de las disertaciones teóricas planteadas y las observaciones contextuales, el estudio se centrará en comprender los fundamentos epistemológicos, teóricos y pedagógicos que utilizan los maestros de química en el municipio de Chinú, al enseñar las ciencias químicas, así como también las reflexiones teóricas que emerjan de sus experiencias en cuanto a la complejidad de los lenguajes químicos utilizados y sus concepciones epistemológicas de las ciencias. A partir de este análisis, se establecerán las bases para un modelo teórico que aporte a una mejor comprensión de la química en la educación media. Este modelo se construirá desde las voces y experiencias de los propios docentes, garantizando pertinencia y contextualización a las realidades específicas del municipio.

Por todo lo anterior, se despliegan los siguientes interrogantes que son los que se buscan responder a lo largo del trabajo investigativo:

- ¿Cuáles criterios teóricos se deben considerar para el diseño del modelo teórico basado en el lenguaje de la química y las concepciones epistemológicas de las ciencias para la enseñanza de la química?
- ¿Según las percepciones de los maestros de química, qué tipo de lenguaje utilizan para el desarrollo de sus clases en la educación media?
- ¿Cuáles son las concepciones epistemológicas de las ciencias que los docentes de química utilizan para orientar su enseñanza que podrían estar afectando su comprensión?

**Propósitos de la investigación**

**General**

- Generar un modelo teórico basado en el lenguaje y las concepciones epistemológicas de las ciencias para la enseñanza de la química en educación media en las instituciones públicas del municipio de Chinú, departamento de Córdoba, Colombia.

**Específicos**

- Develar los fundamentos teóricos que emergen de los docentes sobre la utilización de los lenguajes químicos y las concepciones epistemológicas sobre las ciencias para el mejoramiento de la enseñanza de la química.
- Interpretar desde la percepción de los docentes de química el tipo de lenguaje químico que utilizan para desarrollar el proceso de enseñanza de esta ciencia en educación media que podrían estar afectando su comprensión.
- Comprender las concepciones epistemológicas de las ciencias y los fundamentos que emplean los profesores en la enseñanza de la química.

## Justificación de la investigación

La enseñanza de la química en educación media enfrenta desafíos significativos que requieren atención urgente desde la investigación educativa. Asimismo, Meroni et al., (2015) señala que los métodos de enseñanza convencionales han sido ampliamente cuestionados en la educación científica, ya que se perciben como orientados hacia formas de comunicación desde un punto de vista positivista. Es decir, la enseñanza del conocimiento científico se ha basado tradicionalmente en tratar de demostrar leyes, teorías y principios como verdades absolutas e irrefutables, donde el maestro es el centro del conocimiento y no hay espacio para la construcción de significados científicos de forma colectiva en el aula de clase. Esta visión tradicional ha mostrado limitaciones significativas para formar estudiantes con competencias científicas apropiadas para el mundo contemporáneo, donde se requiere pensamiento crítico, capacidad de análisis y habilidades para resolver problemas complejos de manera creativa y contextualizada.

Desde el punto de vista investigativo, este trabajo busca contribuir a la comprensión de cómo los lenguajes químicos y las concepciones epistemológicas de los docentes configuran los

procesos de enseñanza y aprendizaje en educación media. En este sentido, Murillo,(2024) afirma que el desarrollo de un modelo teórico que articule estas dimensiones representa un aporte significativo al campo de la didáctica de las ciencias, particularmente en contextos donde persisten debilidades estructurales en la formación científica. La construcción de marcos conceptuales que integren aspectos lingüísticos y epistemológicos permite comprender la complejidad inherente a la enseñanza química, facilitando el diseño de intervenciones pedagógicas fundamentadas y contextualizadas.

Por lo tanto, resulta fundamental desarrollar estrategias de enseñanza modernas que favorezcan otras formas de pensar, donde se enfatice el papel del lenguaje en la construcción del conocimiento. Según Galagovsky et al. (2014), "los lenguajes químicos son las interfaces explícitas de la comunicación entre los docentes expertos y los estudiantes novatos" (p. 787). Esta afirmación plantea interrogantes fundamentales: ¿qué está sucediendo en esa comunicación, en ese evento pedagógico de la clase?, ¿cómo se está enseñando?, ¿qué estará provocando dificultades en la comprensión de las ciencias químicas? De manera complementaria, Cordero, (2025) sostiene que estas preguntas justifican la necesidad de investigar sistemáticamente las relaciones entre lenguajes químicos, concepciones epistemológicas y prácticas pedagógicas en contextos educativos específicos, particularmente en aquellos donde las debilidades de aprendizaje son más pronunciadas.

En este sentido, se hace necesario un acompañamiento en el aula que valore a la educación científica como un proceso mediado por interacciones social, de construcción colectiva y evolución de los conceptos. Caballero y Castro (2025) enfatizan que se deben fomentar aspectos sociológicos que permitan interactuar con los demás, a través del debate, consenso, desacuerdo y las contra teorías, y no como proceso en donde se ponen a prueba procedimientos para verificar conceptos y leyes. Por lo tanto, los aspectos socioculturales adquieren un lugar nodal en la configuración del conocimiento científico en tanto condicionan las formas de interpretación, validación y apropiación del mismo. Esta perspectiva resulta particularmente pertinente en contextos educativos de la enseñanza de la química que aspiran a la formación de ciudadanos críticos, capaces de interactuar en sociedades plurales, donde la diversidad, la justicia social y la equidad constituyen principios orientadores.

Cabe señalar que el valor de este modelo teórico que se construyó se fundamenta en que ofrece pautas teóricas, como también pedagógicas en la enseñanza de la química, fomentando el pensamiento crítico de los docentes, y en consecuencias el de los estudiantes, promoviendo una comprensión más profunda de la química, con la capacidad de preguntar, evaluar y analizar la información que se presenta de manera crítica. Igualmente, Pozuelo (2021) plantea que se pretende reconocer que la ciencia no es un conjunto aislado de hechos, sino un proceso de desarrollo evolutivo influenciado por el hombre, la sociedad y la cultura en un momento determinado, lo que puede ser más interesante. Este modelo proporcionará criterios fundamentados para que los docentes diseñen, implementen y evalúen estrategias didácticas contextualizadas que atiendan la complejidad del conocimiento químico y las particularidades de los contextos educativos donde ejercen su labor profesional.

Los beneficiarios directos de esta investigación serán los docentes de química de educación media del municipio de Chinú, quienes contarán con un referente teórico que les permita reflexionar críticamente sobre sus prácticas pedagógicas, particularmente en relación con el uso de lenguajes científicos y sus concepciones epistemológicas. Desde esta perspectiva, Restrepo (2023) indica que indirectamente se beneficiarán los estudiantes, quienes potencialmente accederán a experiencias de aprendizaje más significativas, contextualizadas y coherentes con la naturaleza del conocimiento químico. Asimismo, la comunidad educativa en general se verá fortalecida al contar con marcos de referencia para el mejoramiento continuo de la enseñanza científica en la región.

Adicionalmente, los beneficios de esta investigación se extienden al sistema educativo departamental y nacional, pues el modelo teórico generado puede ser adaptado y transferido a otros contextos con características similares. En tal sentido, Murillo (2024) sostiene que las instituciones formadoras de docentes podrán incorporar estos hallazgos en sus programas de licenciatura, contribuyendo a mejorar la preparación de futuros profesores de química. Las secretarías de educación podrán utilizar el modelo como referente para diseñar programas de formación continua que atiendan las necesidades específicas identificadas en el estudio, fortaleciendo la calidad educativa de manera sistemática y fundamentada.

Por otra parte, el Plan Decenal de Educación Colombia 2016-2026 se relaciona con esta propuesta de investigación en dos aspectos: el primero, en cuanto a los lineamientos curriculares generales, pertinentes y flexibles en la enseñanza de las ciencias, ya que esta investigación permitirá enriquecer unos conceptos teóricos sobre la enseñanza de la ciencias química, que desarrolle el pensamiento crítico, fomente la creatividad y en consecuencia la curiosidad tal como lo expresa dicho plan en el anexo 6.1 desafío 3. De manera complementaria, Estupiñán (2022) advierte que el segundo aspecto se relaciona con la formación continua de los docentes, como mediadores pedagógicos encaminados a mejorar los procesos disciplinares con sus prácticas pedagógicas. Esta alineación con políticas educativas nacionales responde a la pertinencia y relevancia de la pesquisa en el contexto del sistema educativo colombiano, contribuyendo al logro de metas estratégicas definidas por el país en materia de calidad educativa.

En síntesis, esta investigación responde a una necesidad identificada tanto en el ámbito local como nacional: comprender las relaciones entre lenguajes químicos, concepciones epistemológicas y prácticas pedagógicas para mejorar la enseñanza de la química. Por consiguiente, Montenegro (2021) enfatiza que el modelo teórico resultante no solo enriquecerá el conocimiento didáctico en el campo de las ciencias, sino que proporcionará herramientas prácticas para transformar la enseñanza, beneficiando a docentes, estudiantes y comunidades educativas. La investigación se inscribe en un esfuerzo más amplio por mejorar la educación científica en Colombia, contribuyendo a formar ciudadanos con competencias científicas para enfrentar desafíos contemporáneos.

Con todo lo mencionado en los párrafos anteriores, la propuesta de investigación se suscribe en la línea de investigación Epistemología en la Formación Docente en Ciencias adscrita al Centro de Investigaciones en Ciencias Naturales Manuel Ángel González Sponga, ubicado en el Instituto Pedagógico de Caracas, con fecha de registro 18/11/2021, Expediente Nº 2021-001. Asimismo, Parra (2022) menciona que esta línea de investigación se fundamenta en los temas relacionado con la historia de las ciencias, la filosofía y epistemología de las ciencias, con el objetivo de fortalecer la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y su respectiva enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, busca optimizar los procesos en la enseñanza

de la ciencia, a nivel de aula, laboratorio y en otros contextos. Esta vinculación institucional proporciona el marco académico, pedagógico e investigativos fundamentales para el progreso sistemático del estudio propuesto, garantizando respaldo institucional y coherencia con líneas de investigación consolidadas en el labrantío de la educación científica.

## MOMENTO II

## CONTEXTO REFERENCIAL

En este momento se desarrolla el conjunto de referentes teóricos y conceptuales que enmarcan la investigación. Se inicia con una revisión de antecedentes investigativos relevantes que han abordado la enseñanza de la lectura en diversos contextos, continuando con la exposición de bases teóricas que sustentan el modelo propuesto, con particular atención al enfoque sociocultural de Lev Vygotsky El apartado culmina con la presentación del marco normativo que fundamenta legalmente la propuesta en el contexto educativo colombiano.

### Antecedentes de la investigación

En este apartado se presentan estudios doctorales recientes que abordan temáticas afines con la enseñanza de la ciencia química, organizados en dos escalas: los primeros en antecedentes internacionales y los segundos en antecedentes nacionales. Se expondrán desde el más antiguo hasta el más reciente, con el fin de instaurar el estado actual del conocimiento en aspectos relacionados con lenguajes químicos, epistemología de las ciencias y modelos didácticos para la enseñanza de la química en educación media, justificando la pertinencia y originalidad de la presente propuesta investigativa.

**Internacionales**

Dentro de las investigaciones desarrolladas en contextos internacionales, se identifica el trabajo de Williams (2021), quien realizó su tesis doctoral en la Universidad de Chile sobre las representaciones usadas en los libros de texto para la enseñanza del enlace químico. El propósito central consistió en analizar las representaciones semióticas utilizadas en materiales didácticos y proponer una secuencia que mejore la enseñanza del enlace químico en estudiantes de primer año de enseñanza media chilena. La investigación se justificó por las debilidades que los estudiantes presentan para comprender conceptos abstractos relacionados con el enlace químico, requiriéndose estrategias que faciliten la transición entre diferentes sistemas representacionales del conocimiento químico.

La fundamentación teórica se construyó a partir de la teoría de las representaciones semióticas y su relación con el aprendizaje de conceptos químicos abstractos. El autor se apoyó en investigaciones sobre sistemas de representación múltiple que señalan que el uso coordinado de diferentes formas de representación resulta fundamental para construir comprensión profunda en química. La propuesta consideró el análisis semiótico de libros de texto y las ideas previas detectadas entre los estudiantes como punto de partida para el diseño de intervenciones didácticas efectivas.

Metodológicamente, se empleó un diseño mixto con enfoque descriptivo-exploratorio. Se realizó un análisis semiótico de los libros de texto utilizados en el sistema educativo chileno, identificando los tipos de representaciones empleadas. Posteriormente se implementó una secuencia didáctica sobre el enlace químico con estudiantes de enseñanza media, aplicando evaluaciones antes y después de la intervención. El procedimiento incluyó la identificación de ideas previas, el diseño de actividades que articularan diferentes representaciones semióticas, y la evaluación de cambios en la comprensión mediante instrumentos específicos.

En cuanto a los hallazgos, se evidenció que se pudo mejorar el aprendizaje después del pretest aplicado a los estudiantes. Los estudiantes adquirieron competencias para resolver determinadas situaciones problemáticas relacionadas con el enlace químico. Además, la propuesta permitió a los estudiantes realizar un proceso metacognitivo de reestructuración de sus propias ideas sobre el concepto. Como conclusión, el estudio resalta que el diseño de

estrategias utilizando diversas representaciones con poder explicativo constituye una vía efectiva para mejorar la comprensión de conceptos químicos abstractos en educación media.

El aporte de esta investigación radica en los elementos teóricos y pedagógicos relacionados con la enseñanza de la química, teniendo en cuenta sus representaciones y lenguajes. El análisis semiótico de materiales didácticos proporciona herramientas valiosas para comprender las complejidades comunicativas inherentes a la enseñanza química, aspecto central en la construcción del modelo teórico propuesto que articula lenguajes químicos y concepciones epistemológicas en contextos de educación media colombiana.

En una línea complementaria, Fernández (2022) presentó su tesis doctoral en la Universidad Complutense de Madrid, España, titulada "Concepciones epistemológicas de docentes de química en educación secundaria y su influencia en las prácticas pedagógicas". El objetivo principal fue explorar las concepciones epistemológicas que poseen los docentes de química en educación secundaria sobre la naturaleza del conocimiento científico y cómo estas concepciones se manifiestan en sus prácticas de enseñanza. La pertinencia del estudio radicó en comprender las relaciones entre las visiones epistemológicas docentes y las metodologías implementadas en el aula, aspecto poco explorado en el contexto educativo español.

El marco teórico se estructuró desde las teorías sobre epistemología docente y su relación con la didáctica de las ciencias. El investigador fundamentó su trabajo en perspectivas constructivistas y socioculturales del conocimiento científico, destacando autores que han analizado las concepciones empiristas, racionalistas y relativistas en docentes de ciencias. Se consideraron aspectos relacionados con cómo las visiones sobre el método científico, la validación del conocimiento y la construcción de teorías impactan las decisiones pedagógicas, elementos considerados fundamentales para comprender la práctica docente en química.

Metodológicamente, se adoptó un diseño cualitativo mediante estudio de casos múltiples. La muestra estuvo conformada por doce docentes de química de distintas instituciones de educación secundaria de Madrid con diferente formación académica y experiencia profesional. Se emplearon entrevistas semiestructuradas, observaciones de clase no participantes y análisis de documentos de planificación didáctica. El procedimiento incluyó la

identificación de concepciones epistemológicas declaradas, su contrastación con prácticas observadas y el análisis de coherencias e incoherencias entre discurso y práctica pedagógica.

Los hallazgos revelaron que el 75% de los docentes manifestaba concepciones epistemológicas de corte empirista-inductivista, enfatizando la observación y experimentación como fuentes exclusivas de conocimiento. Solo el 25% evidenció perspectivas constructivistas o socioculturales sobre la ciencia. Se identificó además una desconexión significativa entre las concepciones declaradas y las prácticas efectivamente implementadas, donde docentes que manifestaban visiones contemporáneas aplicaban metodologías tradicionales. A manera de conclusión, el estudio establece que las concepciones epistemológicas inconscientes ejercen mayor influencia en las prácticas que las concepciones explícitamente declaradas por los docentes.

La contribución de este trabajo para la presente investigación reside en evidenciar cómo las concepciones epistemológicas operan como marcos implícitos que condicionan las decisiones pedagógicas en química. Los hallazgos sobre la desconexión entre discurso y práctica proporcionan elementos conceptuales relevantes para comprender la complejidad de articular concepciones epistemológicas y lenguajes químicos en el modelo teórico propuesto.

Desde otra perspectiva, Silva (2022) desarrolló su tesis doctoral en la Universidad de Buenos Aires, Argentina, titulada "Análisis del discurso docente en la enseñanza de química: lenguajes, metáforas y construcción de significados en educación secundaria". El propósito central fue analizar las características del discurso utilizado por docentes de química durante sus clases, identificando patrones lingüísticos, uso de metáforas y estrategias comunicativas empleadas para facilitar la comprensión de conceptos abstractos. La relevancia del estudio radicó en la escasa investigación existente sobre las dimensiones pragmáticas y semánticas del lenguaje docente en la enseñanza química.

La base conceptual se construyó desde la teoría del análisis del discurso y la semiótica aplicada a la educación científica. El investigador se fundamentó en perspectivas lingüísticas que consideran el lenguaje no solo como vehículo de transmisión sino como herramienta de construcción del conocimiento. Se analizaron aspectos relacionados con los registros lingüísticos empleados, las metáforas conceptuales utilizadas para explicar fenómenos

submicroscópicos, y las estrategias de andamiaje comunicativo implementadas por los docentes durante las interacciones didácticas en el aula.

En términos metodológicos, se optó por un enfoque cualitativo mediante análisis del discurso. La muestra incluyó dieciocho docentes de química de educación secundaria de Buenos Aires, con quienes se realizaron videograbaciones de clases completas durante un período de seis meses. Se transcribieron las interacciones verbales y se codificaron mediante categorías emergentes relacionadas con tipos de lenguaje químico, estrategias comunicativas y recursos metafóricos. El análisis contempló tanto el discurso verbal como los gestos y uso de representaciones visuales durante las explicaciones.

Los resultados evidenciaron que los docentes emplean en promedio cuatro registros lingüísticos diferentes en una misma clase sin hacer explícitas las transiciones entre ellos, generando confusión en los estudiantes. Se identificaron 127 metáforas distintas para explicar conceptos como enlace químico, reacciones químicas y estructura atómica, muchas de ellas con limitaciones conceptuales. Solo el 22% de los docentes hacía explícito el carácter metafórico de sus explicaciones. Como conclusión, el estudio establece que el uso inconsciente de múltiples lenguajes y metáforas sin mediación pedagógica apropiada constituye un obstáculo significativo para la comprensión química.

El valor de esta investigación para el presente estudio radica en proporcionar evidencia empírica sobre cómo el uso no reflexivo de lenguajes químicos impacta la comprensión estudiantil. Los hallazgos sobre la necesidad de hacer explícitas las transiciones entre registros lingüísticos y el carácter metafórico de las explicaciones ofrecen elementos metodológicos relevantes para el modelo teórico que se propone desarrollar.

Continuando con los estudios internacionales, Dos Santos (2023) presentó su tesis doctoral en la Universidad de São Paulo, Brasil, titulada "Conhecimentos de Natureza da Ciência mobilizados e relacionados a outros conhecimentos por um futuro professor de Química em situações de ensino autênticas". El objetivo consistió en investigar el conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia movilizado y, en algunos casos, desarrollado por futuros profesores de química cuando participaron en un proceso de formación basado en la segunda versión del Modelo de Enseñanza de las Ciencias que integraba teoría y práctica docente. La pertinencia del

estudio radicó en comprender cómo las concepciones epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia se relacionan con las prácticas pedagógicas de docentes en formación inicial.

El marco conceptual se estructuró a partir de la segunda versión del Modelo de Enseñanza de las Ciencias y el Modelo Consensual Refinado de Conocimiento del Profesor. El investigador fundamentó su trabajo en investigaciones sobre la naturaleza de la ciencia que establecen que las concepciones epistemológicas de los docentes influyen directamente en sus decisiones pedagógicas. Estos modelos se utilizaron para apoyar la planificación de situaciones auténticas de enseñanza experimentadas y propuestas por los futuros profesores de química, considerando aspectos relacionados con la construcción del conocimiento científico y el papel de la comunidad científica.

Respecto al diseño metodológico, se optó por un enfoque cualitativo bajo un estudio de caso intrínseco de carácter descriptivo. La muestra incluyó futuros profesores de química participantes en un programa de formación docente. El procedimiento abarcó el diseño de situaciones auténticas de enseñanza donde los participantes planificaban, implementaban y reflexionaban sobre sus prácticas. El análisis se basó en las descripciones y transcripciones de todos los datos recopilados, utilizando como herramientas analíticas los modelos teóricos referenciados para categorizar los conocimientos sobre naturaleza de la ciencia movilizados por los participantes.

Los hallazgos de la investigación evidenciaron que los sujetos participantes después de la formación manifestaron el desarrollo de contenidos sobre la naturaleza de las ciencias en sus prácticas. Asimismo, los participantes desarrollaron ocho de los veintiocho aspectos relacionados con situaciones de enseñanza de las ciencias establecidos en el marco teórico utilizado. A modo de conclusión, estos resultados se traducen en el desarrollo de una visión amplia de las ciencias, así como en desvelar posibles vías por las que un profesor puede llegar a movilizar o desarrollar su conocimiento pedagógico del contenido para la enseñanza de las ciencias.

La contribución de este estudio radica en los elementos epistemológicos y pedagógicos sobre la naturaleza de las ciencias, fundamentales para construir un modelo teórico para la enseñanza de las ciencias químicas. Al evidenciar cómo las concepciones sobre la naturaleza de

la ciencia se relacionan con las prácticas de enseñanza, ofrece elementos conceptuales para comprender la dimensión epistemológica que subyace a las decisiones pedagógicas de los docentes de química, aspecto central en la presente investigación.

Finalmente, Ramírez (2024) desarrolló su tesis doctoral en la Universidad Nacional Autónoma de México titulada "Modelos didácticos para la enseñanza de química orgánica en educación media superior: articulación de lenguajes representacionales y pensamiento químico". El objetivo principal fue diseñar y validar un modelo didáctico que articule sistemáticamente los diferentes lenguajes representacionales de la química orgánica con el desarrollo del pensamiento químico en estudiantes de educación media superior. La justificación del estudio radicó en las persistentes debilidades que los estudiantes presentan para comprender la química orgánica, atribuidas en parte a la desarticulación entre los múltiples sistemas de representación utilizados en esta disciplina.

La estructura teórica se edificó desde la teoría de la cognición química y los modelos de representación múltiple. El investigador se fundamentó en perspectivas que consideran que el pensamiento químico requiere la integración coordinada de al menos cinco niveles representacionales: macroscópico, submicroscópico, simbólico, procesal y matemático. Se analizaron aspectos relacionados con las dificultades específicas que enfrentan los estudiantes al transitar entre estos niveles, las estrategias de enseñanza que facilitan estas transiciones y el papel del docente como mediador de los diferentes lenguajes químicos.

Desde el punto de vista metodológico, se empleó un diseño de investigación basado en el desarrollo que combinó fases cualitativas y cuantitativas. La investigación se desarrolló en tres etapas: diseño del modelo didáctico fundamentado en revisión teórica y diagnóstico de necesidades, implementación piloto con 240 estudiantes de tres instituciones de educación media superior, y validación mediante evaluaciones pre y post intervención. Se utilizaron instrumentos como pruebas de pensamiento químico, análisis de producciones estudiantiles y cuestionarios de percepción sobre la comprensión de representaciones químicas.

Los resultados evidenciaron mejoras estadísticamente significativas en la comprensión de conceptos de química orgánica en los grupos que participaron en la intervención. Los estudiantes incrementaron su capacidad para transitar entre diferentes niveles

representacionales en un 62% comparado con evaluaciones iniciales. Se identificó además que el componente del modelo relacionado con la explicitación de las conexiones entre representaciones resultó el más valorado por estudiantes y docentes. Como conclusión, el estudio establece que modelos didácticos que articulan sistemáticamente lenguajes químicos y desarrollo cognitivo constituyen herramientas efectivas para mejorar la enseñanza de química orgánica.

El aporte de esta investigación para el presente estudio reside en proporcionar evidencia empírica sobre la efectividad de modelos teóricos que articulan lenguajes químicos y procesos de pensamiento. La metodología de diseño y validación empleada ofrece referentes procedimentales relevantes para la construcción del modelo teórico propuesto en esta investigación, que busca articular lenguajes químicos y concepciones epistemológicas en contextos de educación media colombiana.

**Nacionales**

En el contexto colombiano, se identifican investigaciones que abordan distintas dimensiones de la enseñanza química. Cronológicamente, Moreno (2020) presentó su tesis doctoral en la Universidad de Antioquia titulada "El lenguaje químico en la resolución de problemas sobre reactividad en química orgánica: un estudio de casos". El propósito de investigación estuvo basado en indagar el significado de los conceptos de reactividad química en medio de la puesta en funcionamiento de una pedagogía centrada en el proceso de aprendizaje concentrado en la solución de problemas, la interacción de la lengua química es fundamental. La relevancia del estudio radicó en comprender cómo los estudiantes universitarios utilizan y construyen significados mediante los diferentes sistemas representacionales de la química durante procesos de resolución de problemas.

La fundamentación teórica se basó en la teoría del aprendizaje significativo y el papel mediador del lenguaje en la construcción del conocimiento químico. El investigador se apoyó en investigaciones sobre los múltiples niveles de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico que establecen que la comprensión profunda requiere la capacidad de transitar entre representaciones verbales, simbólicas, estructurales y gráficas. El estudio consideró

aspectos relacionados con los procesos cognitivos involucrados en la resolución de problemas químicos y cómo el uso apropiado de los lenguajes químicos facilita la construcción de significados conceptuales.

En términos metodológicos, este tipo de investigación realizada fue con un enfoque cualitativo-descriptivo de estudio de caso en un conjunto de 6 estudiantes matriculados en el Programa de Química de la Universidad de Antioquia. Se planificaron actividades de resolución de problemas a nivel personal y grupal comprometidas con el trabajo de aula, que permitieron a los estudiantes indagar sobre los significados conceptuales en química. El procedimiento incluyó la observación durante sesiones de resolución de problemas, el registro de interacciones verbales y escritas, y el análisis de las representaciones utilizadas por los estudiantes.

Los resultados proporcionarán una descripción exhaustiva del uso y significado del terminología química según los ejemplos examinados en las fases del proceso educativo. La resolución de problemas durante el proceso educativo facilitó significativamente a los estudiantes el análisis de los enunciados y la formulación de un plan de resolución. En conclusión, el investigador determina que el uso del lenguaje químico a través de las representaciones es esencial para la comprensión conceptual y el desarrollo progresivo de los conceptos.

La relevancia de esta investigación para el presente estudio reside en que incluye elementos que reconocen que la comunicación y los lenguajes utilizados son esenciales dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. La evidencia sobre cómo los estudiantes construyen significados mediante el uso de diferentes sistemas representacionales proporciona fundamentos conceptuales para comprender la complejidad del lenguaje químico, dimensión central en el modelo teórico propuesto.

Desde otra perspectiva, González (2021) presentó su tesis doctoral en la Universidad Nacional de Colombia titulada "Concepciones de docentes sobre la naturaleza de la química y su incidencia en las prácticas de enseñanza en educación básica secundaria". El objetivo principal fue caracterizar las concepciones que poseen los docentes de química sobre la naturaleza de esta ciencia y analizar cómo dichas concepciones se manifiestan en sus prácticas

pedagógicas cotidianas. La justificación del estudio radicó en la necesidad de comprender las relaciones entre las visiones epistemológicas docentes y las metodologías implementadas, aspecto poco explorado en el contexto educativo colombiano.

El sustento teórico se construyó desde las teorías sobre epistemología docente y filosofía de la química. El investigador fundamentó su trabajo en perspectivas que analizan las concepciones sobre la construcción del conocimiento químico, el papel de la experimentación, la relación entre teoría y práctica, y la dimensión social de la ciencia química. Se consideraron aspectos relacionados con cómo las visiones empiristas, racionalistas o constructivistas sobre la química impactan las decisiones pedagógicas relacionadas con la selección de contenidos, estrategias de enseñanza y formas de evaluación en educación secundaria.

Metodológicamente, se adoptó un enfoque cualitativo mediante estudio de casos múltiples. La muestra estuvo conformada por diez docentes de química de instituciones de educación básica secundaria de Bogotá con diferentes perfiles de formación académica y trayectorias profesionales. Se emplearon entrevistas en profundidad, observaciones de clase no participantes durante un semestre académico y análisis de documentos de planificación curricular. El procedimiento contempló la identificación de concepciones epistemológicas sobre la química, su contrastación con prácticas observadas y el análisis de coherencias e incoherencias entre las concepciones declaradas y las prácticas implementadas.

Los hallazgos revelaron que el 80% de los docentes manifestaba concepciones de corte empirista sobre la naturaleza de la química, enfatizando la experimentación como única fuente válida de conocimiento químico. Solo el 20% evidenció perspectivas que reconocían la dimensión teórica, histórica y social de la construcción del conocimiento químico. Se identificó además que las concepciones empiristas se asociaban con prácticas de laboratorio tipo receta y ausencia de discusión sobre la naturaleza provisional del conocimiento científico. A manera de conclusión, el estudio establece que las concepciones epistemológicas inconscientes ejercen mayor influencia en las decisiones pedagógicas que las concepciones explícitamente declaradas.

El valor de esta investigación como referente para el presente estudio reside en evidenciar cómo las concepciones sobre la naturaleza de la química operan como marcos

implícitos que condicionan las prácticas pedagógicas. Los hallazgos sobre la prevalencia de visiones empiristas y su relación con metodologías tradicionales proporcionan elementos conceptuales relevantes para comprender la dimensión epistemológica que se busca articular con los lenguajes químicos en el modelo teórico propuesto.

Continuando con los estudios nacionales, Parra (2021) desarrolló su investigación doctoral en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Venezuela, enfocándose en las instituciones de educación secundaria de Bogotá, ciudad capital de Colombia. La tesis se tituló "Modelo transdisciplinario para la enseñanza de la química desde la visión prospectiva de los docentes de instituciones de educación secundaria". El objetivo propuesto fue desarrollar un paradigma transdisciplinario para la enseñanza de la química desde la perspectiva prospectiva de los docentes de educación secundaria en Bogotá. La investigación subrayó la necesidad de contemplar la enseñanza de la química en las instituciones públicas de Colombia, donde, según el autor, las prácticas pedagógicas se realizan desde una perspectiva tradicionalista con un mínimo aprendizaje crítico y significativo.

El sustento teórico se construyó desde el enfoque transdisciplinario de la educación y la socioformación. De igual forma, el autor resaltó que para avanzar hacia una educación socioformativa, el docente se debe formar no solo en química sino también en otras disciplinas como la sociología, la matemática y las nuevas tecnologías. El estudio consideró aspectos relacionados con la contextualización de la enseñanza química vinculada a las necesidades de la sociedad colombiana, la integración de procesos de aplicación práctica, ensayo y experimentación científica como elementos fundamentales para transformar las prácticas pedagógicas tradicionales.

Por otro lado, para la construcción de ese modelo teórico, el autor, a partir de lo establecido anteriormente, asumió una metodología bajo un enfoque cualitativo, desde el paradigma interpretativo, atribuyendo la técnica de la entrevista con el método de investigación fenomenológico como manera de sustraer y comprender la información. Aplicando cuestionarios con preguntas abiertas a los docentes especialistas en la enseñanza de las asignaturas del área de química se obtuvieron los requerimientos necesarios para la generación de constructos teóricos necesarios para el diseño del modelo transdisciplinario

propuesto. Refiriéndose al respecto, el autor valida que la aceptación del modelo estudiantil emergente propuesto para la enseñanza de la química permite superar la resistencia docente inherente al conflicto entre una pedagogía tradicional, ineficaz e inofensiva y lo que debe enseñar un docente para que sus estudiantes aprendan química mediante experiencias heurísticas y empíricas. Del mismo modo logra abonar a la enseñanza de la química por medio de la transdisciplinariedad para hacerla trascender, permitiendo entenderla contextualizada y relacionada con la situación colombiana actual.

La pertinencia de este antecedente para la presente investigación radica en que aporta elementos fundamentales en la enseñanza de la química, en cuanto considera que la química se debe enseñar de manera interdisciplinaria, abarcando muchas disciplinas y por ende varias dimensiones del lenguaje, por lo cual se torna compleja y difícil para que los estudiantes la comprendan. La perspectiva transdisciplinaria y contextualizada propuesta proporciona fundamentos conceptuales relevantes para construir un modelo teórico que articule lenguajes químicos y concepciones epistemológicas.

Abordando específicamente la dimensión epistemológica, Herrera (2021) presentó su tesis doctoral en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas titulada "Estrategia didáctica sobre la enseñanza contextualizada del concepto de isomería en la química orgánica estructural desde una mirada histórica, filosófica y epistémica de la ciencia: un cambio de perspectiva para licenciados en química". La finalidad fue desarrollar e implementar una estrategia didáctica que impulsara el conocimiento y reconocimiento de la historia y epistemología de las ciencias en el saber, saber hacer y hacer docente. La justificación del estudio radicó en la necesidad de que los docentes en formación y en ejercicio incorporen dimensiones históricas, filosóficas y epistemológicas en su enseñanza de la química.

La estructura conceptual se edificó desde la historia y epistemología de las ciencias y su relación con la didáctica de la química. El investigador se apoyó en investigaciones sobre cómo el conocimiento de la naturaleza de la ciencia y su evolución histórica impacta las concepciones docentes y sus prácticas pedagógicas. El estudio consideró aspectos relacionados con la construcción histórica del concepto de isomería y las perspectivas epistemológicas sobre la química como elementos fundamentales para desarrollar una visión más amplia de esta ciencia.

Desde el punto de vista metodológico, la presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de estudio de caso siguiendo un estudio fenomenológico y de observación participante de los tres momentos de la estrategia diseñada: caracterización inicial, implementación y caracterización final. La muestra incluyó profesoras de química en formación inicial y en ejercicio. Se utilizaron múltiples instrumentos de recolección de datos que permitieron identificar cambios en las concepciones y prácticas de las docentes participantes.

Los resultados evidenciaron que el conocimiento de la historia y la epistemología de las ciencias en función del proceso de enseñanza genera cambios en el pensamiento de las profesoras que hicieron parte de esta investigación. El autor resalta que para los docentes que están en procesos de formación inicial, estos cambios están ligados al proceso evolutivo en función de los conceptos históricos de las ciencias y su uso didáctico. Para los docentes en ejercicio hay una priorización del enfoque histórico de las ciencias en los conocimientos disciplinares. Por otro lado, concluye que la incidencia de la epistemología en las prácticas de los docentes necesita de una actualización respecto a las perspectivas epistemológicas existentes.

El valor de esta investigación como referente para este estudio reside en que reconoce la epistemología de la ciencia como disciplina fundamental para elaborar procesos de enseñanza en la química. Además, deja un campo abierto para investigaciones futuras en cuanto a la necesidad de actualización de las nuevas perspectivas epistemológicas en los docentes de química, aspecto directamente relacionado con los propósitos de la presente investigación.

Complementando los estudios previos, Castro (2025) desarrolló su tesis doctoral en la Universidad UPEL titulada " Constructo para la enseñanza de la química desde la perspectiva de los docentes. aportes desde la educación comparada en contextos rurales y urbanos del departamento Norte de Santander". El objetivo principal fue generar referentes teóricos para la enseñanza de la química desde la perspectiva de los docentes de zona rural y urbana de las instituciones educativas del departamento Norte de Santander. La relevancia del estudio radicó en la escasa investigación existente sobre las particularidades del discurso químico en contextos rurales colombianos.

El marco conceptual se construyó desde teorías sobre enseñanza científica y formación docentes aplicada a la educación química. La investigadora fundamentó su trabajo en perspectivas que consideran el lenguaje como mediador cultural del conocimiento, analizando aspectos relacionados con los registros lingüísticos empleados, las estrategias de simplificación conceptual, el uso de analogías y metáforas, y las formas de representación visual utilizadas por los docentes. Se consideraron además factores contextuales que inciden en las formas de comunicación química, como el acceso a recursos didácticos y las características socioculturales de las comunidades educativas.

Este estudio se abordó desde el paradigma interpretativo, bajo el enfoque cualitativo, aplicando como método la teoría fundamentada propuesta por Strauss y Corbin, es así, como se trabajó con seis informantes clave, tres docentes de química de zonas rurales y tres docentes de la zonas urbanas del departamento, a quienes después de validar el instrumento, se procedió a aplicarlo, mediante la técnica de la entrevista semiestructurada, con el fin de conocer las diferentes perspectivas que los docentes de química, tienen acerca de cómo se está llevando a cabo el proceso de enseñanza de dicha área de conocimiento en la media técnica. El análisis contempló la codificación a través del programa ATLAS.ti para el procesamiento de la información.

Los hallazgos revelaron diferencias significativas en las estrategias comunicativas empleadas según el contexto. En este caso surgieron tres constructos, el primero referido a los procesos didácticos en la enseñanza de la química, el segundo a los desafíos que se en la enseñanza de la química y el último constructo fue de las gestiones del docente para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes rurales y urbanos. En lo referido a las consideraciones finales, desde la teoría de la educación comparada se encontró que no son tan amplias las diferencias entre la enseñanza de la química en la media técnica de las zonas rurales y urbanas, las diferencias radican más que todo en los recursos didácticos con los que las instituciones educativas cuentan, pues en los contextos rurales hay más limitación y escasez de recursos, siendo un factor.

El aporte de esta investigación para el presente estudio radica en proporcionar evidencia empírica sobre las particularidades del uso de lenguajes químicos en contextos

rurales colombianos. Los hallazgos sobre estrategias comunicativas contextualizadas y la necesidad de formación docente específica en este aspecto ofrecen elementos metodológicos y conceptuales relevantes para la construcción del modelo teórico propuesto que busca articular lenguajes químicos y concepciones epistemológicas en contextos de educación media.

**Bases conceptuales definicional**

En este apartado se presentan las definiciones conceptuales que permean toda la investigación y orienta la interpretación y comprensión de la realidad estudiada. A continuación, se exponen los principales términos que fundamentan esta investigación.

**Ciencias**: Henao y Stipcich (2008) definen las ciencias como culturas en permanente transformación, destacando aspectos sociales y humanos sin dejar del todo los principios que las rigen, sus logros y sus restricciones.

**Concepciones sobre la epistemología de las ciencias:** Flores et al., (2013) definen a las concepciones como un conjunto de ideas, creencias, juicios o reflexiones acerca del conocimiento científico.

**Epistemología:** según Echeverri (2003) define la epistemología como rama de la filosofía que tiene por objeto de estudio el conocimiento, el cual se fundamenta en diferentes disciplinas sustentadas en sus límites, valores, fines, métodos y realidades.

**Lenguaje:** Lemke (1997) define el lenguaje como un sistema que utiliza múltiples recursos y herramientas simbólicas que le permiten al ser humano construir significado sobre algo.

**Modelo**: Carroll y Park (2024) consideran que los modelos no son fotografías de la realidad sino construcciones humanas con alcances y limitaciones específicos que representan parcialmente aspectos seleccionados de los fenómenos bajo estudio.

**Naturaleza de las ciencias:** Lederman (2007) la define como los fundamentos epistemológicos de la actividad científica incluyendo la dimensión axiológica y sociológica.

**Niveles de la química:** hace referencias a las representaciones macroscópicas y submicroscópica de la química mediadas por el nivel simbólico. Propuestos por Johnstone (2000).

## Bases teóricas

En las próximas líneas se abordan los fundamentos teóricos que apoyan la investigación, relacionados con los lenguajes de la química y la epistemología de las ciencias para la enseñanza de la química en educación media. Asimismo, se busca comprender cómo las concepciones epistemológicas que poseen los maestros podrían estar afectando su práctica pedagógica. De igual manera, se pretende vislumbrar cómo los diversos lenguajes empleados en esta disciplina se configuran como herramientas pedagógicas fundamentales para mediar los procesos de construcción del conocimiento científico en las aulas.

### La química y sus lenguajes

Para efectos de este estudio, resulta imprescindible esclarecer las razones por las cuales la química emplea diversos sistemas de comunicación, pero antes de profundizar en este aspecto se hace necesario definir algunos términos y proposiciones conceptuales que permitirán comprender tal afirmación. En este sentido, Martín (2013) plantea que el lenguaje constituye el motor de la comunicación y un componente principal en la organización del pensamiento humano. A través de él se transmiten ideas, sentimientos, conocimientos, emociones y experiencias entre las personas, configurando la manera en que cada individuo comunica, construye, representa y categoriza la realidad donde se desenvuelve.

Desde esta perspectiva, el modo en que se representa y se enseña el conocimiento químico mediante sus diferentes formas expresivas ayuda a entender, comprender y desarrollar actividades cognitivas de razonamiento lógico en la mente de quien lo construye o recibe. Por su parte, Chomsky (1957) conceptualiza el lenguaje como un conjunto finito o infinito de oraciones, cada una con extensión finita y construida a partir de elementos limitados. Estas oraciones se forman con un número determinado de palabras, pero pueden generarse importantes cantidades de expresiones significativas con ellas, siendo cada lenguaje constituido por códigos específicos que requieren comprensión precisa.

De manera complementaria, Galagovsky y Bekerman (2009) expresan que una oración está conformada por un conjunto de palabras regidas por reglas sintácticas propias del lenguaje que la expresa. En consecuencia, las palabras llevan una carga de significados que otorgan sentido a la oración mediante sus formatos sintácticos, los cuales no son más que expresiones explícitas de las oraciones para entender el mensaje de un texto escrito o icónico. Estos formatos sintácticos permiten la decodificación adecuada del mensaje transmitido, facilitando así la comprensión del contenido comunicado por el emisor hacia el receptor del mensaje.

Siguiendo este orden de ideas, Lemke (1997) define el lenguaje como un sistema que utiliza múltiples recursos y herramientas simbólicas que le permiten al ser humano construir significado sobre algo. Para comprender estos significados resulta necesario codificar y decodificar las palabras que forman parte del sistema de recursos donde se desarrolla la expresión oral, escrita e icónica del contenido científico. Esta decodificación busca establecer relaciones conceptuales entre significados, evitando así la complejidad innecesaria de los conceptos científicos y facilitando su apropiación por parte de los estudiantes en los procesos educativos formales e informales.

Por lo tanto, tal como expresa Palma (2025), el lenguaje es una declaración intrínseca del ser humano que se establece como el eslabón fundamental para la comunicación y la conexión entre las comunidades. Si el lenguaje utilizado para expresar ideas no es claro ni preciso, podría traer problemas relacionados con la comunicación, la comprensión y el aprendizaje en los estudiantes. Esta falta de claridad alteraría la conexión social al compartir significados complejos entre las personas, llevándolos a cometer errores conceptuales al momento de evocar lo aprendido y reproducirlo en diferentes contextos académicos o cotidianos.

Para aterrizar estas consideraciones a la diversidad de lenguajes utilizados en química, se hace necesario conocer los aportes de Cabrera (2017) quien manifiesta que el uso del lenguaje en esta disciplina exige siempre una sintaxis, lógica y formatos sintácticos adecuados. De igual modo, requiere una semántica ordenada y coherente que permita comunicar de manera clara y oportuna los significados que se quieren construir y compartir con los estudiantes. En esta misma perspectiva, Galagovsky (2009) sostiene que un posible origen de la

incomprensión estudiantil radicaría en problemas de comunicación docente cuando utilizan diversos lenguajes de forma complementaria sin considerar apropiadamente sus particularidades estructurales.

Numerosas investigaciones confirman esta problemática, entre las que destacan los trabajos de Galagovsky et al., (2014) en diversas publicaciones, así como los estudios de Talanquer (2014, 2020) en años recientes. Teniendo en cuenta lo anterior, las explicaciones docentes sobre fenómenos químicos deben apuntar a una utilización adecuada de estos lenguajes sin mezclar sintaxis y formatos sintácticos de diferentes sistemas comunicativos. Con estos lenguajes, los docentes y químicos construyen representaciones, explicaciones, argumentos, teorías y modelos científicos que son comunicados y compartidos con los estudiantes, pudiendo provocar incomprensión de los fenómenos químicos cuando se emplean inadecuadamente.

Así mismo, Galagovsky et al., (2009) manifiestan que utilizar un lenguaje implica conocer sus convenciones, reglas y acuerdos propuestos por la comunidad científica que lo avala. Esta comunidad establece cuáles símbolos y formatos sintácticos son aceptables dentro de un lenguaje que permita comunicar ideas de manera efectiva. Por tal motivo, si docentes y estudiantes de química no conocen estas sintaxis en los diferentes lenguajes empleados en la disciplina, esto podría ocasionar dificultades para comprenderla al momento de compartir significados en el aula, limitando así el desarrollo del pensamiento científico adecuado.

La variedad de estos lenguajes hace ver la enseñanza de la química muy compleja, abstracta y densa para ser comunicada a los estudiantes. De acuerdo con Galagovsky et al., (2014), el discurso utilizado por los profesores de química está mediado por elementos retóricos del nivel simbólico articulados permanentemente al nivel macroscópico y submicroscópico. Estos elementos retóricos del nivel simbólico se materializan a través de diversos lenguajes que incluyen el verbal representado en explicaciones orales y escritas, el gráfico mediante dibujos y esquemas, el matemático expresado en ecuaciones y el de fórmulas químicas representado mediante simbología específica de la disciplina.

**Tabla 1.**

*Tipos de lenguajes químicos y sus características*

| Tipo de lenguaje | Características principales | Ejemplos de uso | Dificultades comunes |
|---|---|---|---|
| **Verbal** | Explicaciones orales y escritas sobre fenómenos químicos | Descripciones de reacciones, propiedades de sustancias, procesos químicos | Ambigüedad en términos, uso inadecuado de vocabulario técnico |
| **Simbólico** | Representaciones mediante fórmulas y ecuaciones químicas | $H_2O$, NaCl, $CH_4$, ecuaciones de reacciones | Confusión entre fórmulas moleculares y estructurales, errores en balanceo |
| **Gráfico** | Dibujos, esquemas y representaciones visuales de estructuras | Modelos moleculares, diagramas de Lewis, representaciones tridimensionales | Dificultad para transitar entre representaciones bidimensionales y tridimensionales |
| **Matemático** | Ecuaciones y cálculos numéricos aplicados a fenómenos químicos | Estequiometría, concentraciones, pH, constantes de equilibrio | Problemas en conversión de unidades, comprensión de proporciones |

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, la comunicación en química está mediada por un lenguaje abstracto y complejo que permite integrar diversas dimensiones de las ciencias con la lingüística y las matemáticas. Estas dimensiones se relacionan de forma recíproca con el fin de comunicar y construir conocimiento químico en el aula de clase. Su objetivo no se limita al uso de simbología y ecuaciones exclusivamente, sino que pretende utilizar diferentes formas de representación del conocimiento científico para favorecer la comprensión y la comunicación efectiva entre docentes y estudiantes, promoviendo así el desarrollo del pensamiento científico integral.

Siguiendo este orden de ideas, es fundamental resaltar los aportes de Toulmin (1977) sobre el lenguaje utilizado en las ciencias. El autor reconoce que al tener la ciencia un carácter sociocultural está mediada por su propio lenguaje. Cuando es bienvenida una nueva teoría se acepta también un nuevo lenguaje con sus códigos, palabras, términos y representaciones específicas en cada caso. Cada disciplina científica que forma parte de las ciencias naturales tiene su propio lenguaje utilizado para lograr una comunicación efectiva entre los científicos y facilitar el avance del conocimiento disciplinar en contextos académicos diversos.

Desde este punto de vista, el lenguaje juega un papel importante dentro del proceso para generar conocimiento científico debido a que esos procesos de razonamiento cognitivo que realizan las personas sobre la realidad estudiada se externalizan de la mente para ser compartidos con otros. Esta externalización debe realizarse de manera clara y precisa a través

de un lenguaje, sea verbal, escrito, pictórico o matemático. En este sentido, Contreras y Arcia (2016) expresan que el lenguaje no solo actúa como vehículo de comunicación sino como una forma epistémica en la construcción del conocimiento mediante representaciones simbólicas diversas.

El hecho de representar mediante símbolos, fórmulas y gráficos implica estar generando conocimiento que luego se esquematiza en palabras, oraciones, conceptos, teorías y leyes aceptadas colectivamente por la comunidad científica. En este marco de referencia, el acto de representar equivaldría a construir conocimiento de manera activa y consciente. Por consiguiente, Meroni et al., (2015) plantean que las representaciones científicas constituyen herramientas cognitivas fundamentales para la comprensión de fenómenos naturales, permitiendo el tránsito desde lo observable hacia lo abstracto y facilitando procesos de razonamiento complejo en el aula.

**Teoría Sociocultural del Desarrollo Cognitivo de Lev Vygotsky**

La importancia de los procesos socioculturales, la relación entre desarrollo, pensamiento y lenguaje, los procesos mentales superiores, el proceso de enseñanza y aprendizaje, la interacción social y la utilización de instrumentos y signos hace de esta teoría un referente fundamental. Con ella podríamos comprender mejor el problema de esta investigación relacionado con los lenguajes químicos y su mediación pedagógica. Para Vygotsky, los procesos mentales del niño tienen su origen en la interacción social, siendo estos procesos de orden superior desarrollados no de forma aislada sino mediante intercambios significativos con otros individuos más experimentados.

Los niños aprenden primero a hablar, razonar y resolver problemas en un contexto social mediante la interacción con padres, maestros y compañeros. Realizan preguntas, imitan y reciben ayudas que posteriormente internalizan poco a poco hasta lograrlo por sí mismos. Esta interacción social se realiza gracias a la implementación de instrumentos y signos creados y utilizados por la sociedad en un contexto cultural para comunicarse y entenderse entre las personas. Estos instrumentos están cargados de significados que a través de la historia han sido construidos y compartidos de generación en generación dentro de comunidades específicas.

Ledesma (2014) afirma que para Vygotsky el lenguaje es un instrumento fundamental para el desarrollo del pensamiento, es decir, todo proceso mental está mediado por un lenguaje formado por signos que representan algo. Los instrumentos y signos en la teoría de Vygotsky son fundamentales para entender cómo el ser humano internaliza el conocimiento que se produce desde el exterior al interior de la mente para luego compartirlo con otras personas. Esta internalización ocurre mediante los mismos instrumentos y signos cargados de significados, fomentando así una interacción social entre los individuos que promueve el desarrollo cognitivo.

De acuerdo con Vygotsky, la ley de doble formación postula que durante el desarrollo cultural del niño, toda función se manifiesta en dos etapas: inicialmente en el ámbito social y posteriormente en el ámbito individual. Primero en el ámbito interpsicológico entre individuos y posteriormente en el interior del propio niño en el ámbito intrapsicológico. Esto puede aplicarse de igual manera a la atención voluntaria, la memoria lógica y la formación de conceptos científicos. Todas las funciones psicológicas superiores se originan como interacciones entre seres humanos, según Vygotsky (1988) en sus teorías fundamentales sobre el desarrollo humano.

En cuanto a la mediación, Palacios et al., (2022) expresan que Vygotsky la asocia al uso de herramientas psicológicas o simbólicas que sirven de base para la interacción social, la comunicación y el entendimiento entre las personas. Estas herramientas psicológicas y simbólicas constituyen la utilización de instrumentos y signos sociohistóricamente cargados de significados que llevan un mensaje al interior de la mente de quien los procesa. En otras palabras, estas herramientas no solo permiten y transforman la actividad mental sino que modelan la forma en que pensamos y procesamos la información del entorno circundante.

En este sentido, el lenguaje, los signos, los símbolos matemáticos o científicos, las reglas, los diagramas, las fórmulas químicas y los formatos sintácticos se consideran herramientas psicológicas según Vygotsky. Estas ayudarían a comprender los fenómenos químicos y dar más entendimiento a lo que se quiere expresar en el aula. De manera complementaria, Parra (2022) sostiene que la apropiación de los sistemas simbólicos científicos requiere una mediación pedagógica intencionada que facilite la internalización progresiva de

estos códigos especializados, permitiendo así la construcción de significados cada vez más elaborados sobre los fenómenos naturales estudiados.

En virtud de lo expuesto, uno de los fundamentos más importantes de Vygotsky relacionado con la enseñanza y el aprendizaje tiene que ver con el concepto de zona de desarrollo próximo siendo el pilar fundamental para alcanzar el máximo desarrollo potencial del niño. Casabonne y Droguett (2014) la definen como la discrepancia entre el nivel de desarrollo actual del alumno, lo que puede realizarse de manera autónoma, y el nivel de desarrollo potencial, lo que podría lograr con la asistencia de un adulto o de una persona más competente. Esta área constituye el ámbito ideal en el que debe enfocarse la instrucción para fomentar el aprendizaje significativo.

En otras palabras, la zona de desarrollo próximo se refiere específicamente a las habilidades que el estudiante está listo para desarrollar con orientación adecuada. Es aquí donde debe actuar el maestro como mediador aplicando instrumentos y signos como lenguaje químico, modelos y estrategias didácticas para conducir al niño a un potencial más alto y efectivo. Por ejemplo, si el niño sabe representar y balancear ecuaciones químicas simples pero no ecuaciones redox más complejas, con la ayuda de su maestro y adecuadas herramientas simbólicas articuladas con un lenguaje claro lo puede lograr exitosamente.

Otra de las tesis más importantes de Vygotsky está relacionada con la formación de conceptos en los individuos durante su desarrollo cognitivo. Serna y Packer (2014) realizan una interpretación de esta palabra y establecen que para Vygotsky el ser humano está mediado por conceptos espontáneos y científicos. Los primeros surgen de manera espontánea a partir de la experiencia del niño, naciendo de procesos sensoriales concretos del vivir en una realidad compleja y cambiante sin instrucción formal específica que los guíe hacia formulaciones más abstractas y generalizadas.

En cuanto a los conceptos científicos, estos provienen de elaboraciones más abstractas y complejas que realiza un adulto, que en el ámbito escolar serían los maestros. En términos de definición y formación son dos cosas diferentes, pero ambos se interrelacionan de tal manera que los conceptos espontáneos o cotidianos sirven de base para construir los conceptos científicos en los niños. Así mismo, los conceptos científicos por guardar esa carga de

complejidad y abstracción al ser compartidos a estudiantes que ya poseen un concepto cotidiano deben ser lo más claros posible para facilitar su comprensión.

En la enseñanza de la química, se podría complicar esta significación en los estudiantes por la diversidad de lenguajes utilizados para expresar los conceptos científicos. Interpretando a Vygotsky, la enseñanza de conceptos científicos al estar en una generalización abstracta y compleja requiere que la instrucción guiada se desglose y decodifique a tal punto que pueda aplicarse a situaciones concretas y simples. Solo así se podría encontrar significación y comprensión en el estudiante. Por consiguiente, (Martínez y Garay (2023) argumentan que la transición desde conceptos cotidianos hacia conceptos científicos en química demanda estrategias pedagógicas específicas que reconozcan las preconcepciones estudiantiles como punto de partida válido.

**La epistemología de las ciencias en la enseñanza de la química**

Históricamente, la epistemología es considerada la rama de la filosofía que se encarga del estudio de las ciencias y las diversas corrientes epistemológicas que a través de los tiempos han aportado fundamentos filosóficos. Estas permiten comprender la realidad y la forma como se valida el conocimiento, entre las cuales se encuentran el empirismo, racionalismo, realismo, idealismo, estructuralismo, tecnicismo, pragmatismo, fenomenología y hermenéutica. En este punto, con esta gama de corrientes se hace necesario esclarecer lo concerniente a la epistemología de las ciencias y las concepciones epistemológicas que pueden tener los docentes de química.

En cuanto a la epistemología de las ciencias, en esta investigación alude al estudio filosófico de la naturaleza de las ciencias, su origen, confiabilidad y validación del conocimiento científico. Es decir, cómo se obtiene ese conocimiento y cómo diferenciarlo de lo que es o no es ciencia. Para esto, en semejanza con Amador et al., (2021), cada corriente filosófica epistemológica permite analizar, conceptualizar y comprender las ciencias y sus aspectos generales de la actividad científica que son propios de la enseñanza. Estas corrientes proporcionan marcos interpretativos diversos para abordar la reconstrucción del conocimiento científico.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, Echeverri (2003) expresa que la epistemología tiene por objeto de estudio el conocimiento, el cual se fundamenta en diferentes disciplinas sustentadas en sus límites, valores, fines, métodos y realidades. Es así que su aceptación depende de los fundamentos epistemológicos propios de cada disciplina y de la influencia del contexto sociocultural donde se desarrolla. Sin duda, la epistemología aporta elementos fundamentales en la didáctica de las ciencias, así lo expresan autores como Adúriz et al., (2006) reconociendo su carácter formativo y de alfabetización científica en el área de ciencias naturales.

Es decir, para reconstruir conocimientos científicos en el aula se hace necesario que los profesores de ciencias se formen en procesos epistémicos y sociológicos como la observación, elaboración de hipótesis, teorías, leyes, metodologías, experimentación, argumentación, consensos y disensos. También requieren formación en refutación de teorías y comunicación de las mismas para poder consolidar una didáctica específica de las ciencias. Esto permitiría enfrentar los desafíos actuales de la sociedad. Debido a la diversidad de posturas epistemológicas surgidas en los últimos años, se considera a la concepción semántica de las teorías científicas como pionera en los momentos actuales.

Este enfoque se basa en una concepción modelo-teórica de las ciencias centrada principalmente en el significado y uso de las teorías científicas. Sin embargo, no hace tanto énfasis en la estructura, forma, evolución y construcción del conocimiento científico según algunos críticos. Según Rodríguez y Adúriz (2011), esta postura epistemológica se basa en la semiótica, el uso de teorías científicas y las representaciones y modelos para entender la realidad de manera fundamentada. En este sentido, autores como Adúriz et al., (2016) consideran el referente epistemológico de la concepción semántica como la postura más adecuada para entender la naturaleza de las ciencias químicas.

Estos autores otorgan alta especificidad a este enfoque para entender la química, constituyéndose así una tendencia fuerte en la enseñanza actual de esta disciplina. No obstante, en esta investigación la catalogamos como una de las tantas concepciones contemporáneas que han emergido en los últimos años en respuesta a la concepción heredada de las ciencias. Esta concepción heredada incluye el positivismo clásico, empirismo y

racionalismo de ultranza por medio de los cuales se establecen verdades absolutas y métodos dogmáticos lineales para construir conocimiento científico. Para esta investigación la llamaremos tradicionalismo cientificista de las ciencias que requiere ser superado.

En contraposición a estas perspectivas del tradicionalismo cientificista, los planteamientos de Toulmin (1977) ofrecen una lectura epistemológica que supera la rigidez de los enfoques heredados y abre paso a una comprensión más dinámica y contextualizada de las ciencias. Esta perspectiva ha sido retomada por investigadores como Chamizo (2007), Flores (2011) y Henao (2011), quienes reconocen en ella un sustento teórico para repensar la enseñanza de las ciencias desde una visión provisional, evolutiva y anclada en las prácticas reales de las comunidades científicas, aspectos que resultan especialmente pertinentes para el campo de la educación química.

Desde esta visión, Toulmin (1977) sostiene que las ciencias constituyen una construcción humana cuyo avance no responde a verdades absolutas, sino a la emergencia de novedades intelectuales con mayor capacidad explicativa frente a los fenómenos estudiados. Estas novedades son sometidas a procesos de debate y confrontación al interior de comunidades científicas que operan dentro de coordenadas culturales e históricas específicas. A través de estos procesos críticos, se generan consensos o disensos que paulatinamente pasan a formar parte del acervo público del conocimiento. De este modo, el autor plantea que el saber científico no es un producto acabado, sino un proceso abierto a la revisión, la interrogación y la mejora continua, lo que implica una comprensión más profunda de los conceptos y su evolución histórica.

Sobre la base de estos planteamientos, Henao (2011) señala que Toulmin (1977) identifica tres componentes fundamentales para abordar la complejidad del conocimiento científico. El primero corresponde a los lenguajes propios de cada disciplina, entendidos como sistemas simbólicos que delimitan y estructuran formas particulares de pensar y comunicar el saber. El segundo refiere a las técnicas de representación, mediante las cuales ese conocimiento se externaliza y hace visible a través de diagramas, fórmulas, símbolos y esquemas. El tercero comprende los procedimientos de aplicación de la ciencia, que incluyen modelos, hipótesis, principios, diseños experimentales y teorías que los científicos utilizan para

interpretar situaciones concretas. La articulación de estos tres componentes resulta especialmente significativa para la enseñanza de la química, disciplina que exige el dominio de lenguajes especializados, múltiples formas de representación y procedimientos sistemáticos de indagación.

En este sentido, la perspectiva epistemológica de Toulmin (1977) no solo cuestiona la concepción del conocimiento científico como verdad inmutable, sino que aporta herramientas conceptuales concretas para pensar la enseñanza de las ciencias desde su complejidad real. El énfasis que este autor otorga al carácter provisional, público y culturalmente situado del saber científico, junto con la centralidad del lenguaje y las representaciones como mediadores del conocimiento, lo posiciona como un referente epistemológico indispensable para los propósitos de esta investigación y para la construcción del modelo que aquí se propone.

En cuanto a las concepciones sobre la epistemología de las ciencias, es necesario tener en cuenta los aportes de Flores et al., (2013) quienes consideran que estas se fundamentan en ideas, creencias, juicios o reflexiones acerca del conocimiento científico. Estas concepciones se basan principalmente en su estructura, construcción y evolución a lo largo del tiempo. En atención a lo expuesto, se puede considerar que algunos docentes pueden tener concepciones más tradicionales, en las cuales consideran a las ciencias como un conjunto de hechos inmutables analizados bajo un método universal basados en corrientes empiristas y racionalistas.

**Tabla 2.**

*Concepciones epistemológicas sobre las ciencias: tradicionales y contemporáneas*

| Dimensión | Concepciones tradicionales | Concepciones contemporáneas | Implicaciones en la enseñanza |
|---|---|---|---|
| **Naturaleza del conocimiento científico** | Verdades absolutas e inmutables | Conocimiento provisional y revisable | Enseñanza dogmática vs enseñanza reflexiva y crítica |
| **Método científico** | Único, universal, lineal y rígido | Múltiples metodologías contextualizadas | Laboratorios tipo receta vs procesos de indagación |
| **Rol del científico** | Observador objetivo y neutral | Sujeto influenciado por contexto histórico y cultural | Ciencia descontextualizada vs ciencia situada |
| **Construcción del conocimiento** | Individual, basada en observación empírica | Colectiva, mediada por interacción social | Aprendizaje individual vs construcción colaborativa |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Validación del conocimiento** | Verificación experimental directa | Consenso de comunidad científica y coherencia teórica | Experimentos de verificación vs argumentación científica |
| **Papel de la teoría** | Resultado de acumulación de datos | Guía la observación e interpretación | Inductivismo vs procesos de modelización |
| **Relación teoría-realidad** | Correspondencia directa | Aproximación mediante modelos | Representaciones únicas vs múltiples representaciones |
| **Función de los errores** | Desviaciones por eliminar | Oportunidades de aprendizaje y construcción | Penalización vs análisis constructivo |

Fuente: Elaboración propia

Otros pueden adoptar concepciones más contemporáneas, viendo a las ciencias como un proceso dinámico de construcción donde los fundamentos históricos y contextuales influyen significativamente en la construcción del conocimiento. Esto lleva a verdades provisorias fundamentadas en corrientes más relativistas y socioculturales. Siguiendo a Segura y Gadea (2017), cada docente puede adoptar diferentes concepciones epistemológicas que influyen en su forma de enseñar, concepciones relacionadas con las diferentes formas de entender qué es la ciencia, cómo se enseña, cómo se hace, qué estudia y qué valor tiene para la sociedad contemporánea.

En otras palabras, es la imagen de la naturaleza de la ciencia que los profesores y profesoras tenemos y transmitimos a los estudiantes de manera consciente o inconsciente. Por consiguiente, Ortega (2024) plantea que las concepciones epistemológicas docentes funcionan como filtros interpretativos que determinan no solamente qué se enseña sino fundamentalmente cómo se enseña, configurando así prácticas pedagógicas coherentes con sus visiones particulares sobre la construcción y validación del conocimiento científico en contextos educativos formales donde se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

La epistemología de la química como disciplina específica presenta características que la distinguen de otras ciencias naturales y que tienen implicaciones directas para su enseñanza. En este sentido, Talanquer (2022) argumenta que la química construye su conocimiento mediante la interacción indisoluble entre observaciones macroscópicas, modelos submicroscópicos y representaciones simbólicas convencionales, configurando un sistema epistémico complejo y multirepresentacional que no puede reducirse a la transmisión de fórmulas. De este modo,

comprender la epistemología particular de la química exige reconocer que enseñar esta disciplina implica mediar la construcción de un sistema de pensamiento donde cada nivel representacional porta supuestos epistemológicos específicos que los docentes deben conocer y hacer explícitos ante sus estudiantes.

Desde la perspectiva de la epistemología sociocultural, el conocimiento científico no es producido por individuos aislados sino por comunidades que comparten lenguajes, métodos y criterios de validación históricamente construidos. Al respecto, DeGlopper y Stowe (2023) señalan que las creencias epistemológicas de los docentes sobre el conocimiento y el aprendizaje determinan fuertemente sus enfoques pedagógicos, y que en contextos de enseñanza de la química estas creencias operan frecuentemente de manera implícita sin ser reflexionadas críticamente. En consecuencia, una epistemología orientada hacia la construcción colectiva del conocimiento implica que el aula de química debe configurarse como una comunidad de indagación donde las ideas se debaten, se refutan y se validan mediante argumentación fundamentada en evidencia, superando la visión del conocimiento como verdad revelada por el docente.

Un aspecto epistemológico frecuentemente ignorado en la enseñanza de la química es el papel constitutivo de los modelos científicos en la construcción del conocimiento. Carroll y Park (2024) demuestran que los modelos no son fotografías de la realidad sino construcciones humanas con alcances y limitaciones específicos que representan parcialmente aspectos seleccionados de los fenómenos bajo estudio. Partiendo de esta comprensión, los modelos atómicos, moleculares y de enlace deben presentarse en el aula no como verdades definitivas sino como herramientas explicativas provisionales que han evolucionado históricamente mediante debates en la comunidad científica, transformando radicalmente la manera en que los docentes diseñan y conducen sus secuencias de enseñanza de los conceptos químicos fundamentales.

La dimensión histórica de la epistemología de las ciencias constituye otro eje que debe profundizarse en la práctica de los docentes de química. En esta línea, Milanovic y Trivic (2023) documentan que los docentes que conocen la historia del desarrollo de los conceptos químicos logran presentar los contenidos no como verdades eternas sino como construcciones humanas

que respondieron a problemas específicos en contextos históricos determinados, dotando a la enseñanza de profundidad epistemológica genuina. Asimismo, este conocimiento histórico permite que los estudiantes comprendan que el conocimiento científico es tentativo y revisable, dimensión que los docentes con concepciones positivistas tienden a omitir sistemáticamente en sus explicaciones cotidianas en el aula.

La relación entre epistemología y práctica docente adquiere una dimensión crítica cuando se reconoce que las concepciones epistemológicas operan como estructuras cognitivas implícitas que condicionan las decisiones pedagógicas sin que los docentes sean necesariamente conscientes de ello. En este sentido, Mönch y Markic (2023) documentan que los docentes de química requieren formación específica en conocimiento epistemológico del lenguaje científico para poder tomar decisiones fundamentadas sobre cómo usar los sistemas representacionales de manera coherente en sus explicaciones. De ahí que la brecha entre concepciones epistemológicas declaradas y prácticas efectivas no sea producto de falta de compromiso sino de ausencias estructurales en la formación inicial que el presente modelo teórico busca precisamente contribuir a superar.

**Naturaleza de la ciencia**

El enfoque epistemológico de la ciencia describe su naturaleza y cómo define lo que es, su funcionamiento, la generación de conocimiento y su vinculación con la sociedad y la cultura. Ha sido afirmado que el conocimiento de la naturaleza de la ciencia es fundamental para el docente y el aprendiz, ya que ofrece un prisma interpretativo que va más allá de la adquisición de conocimientos de la disciplina científica. En este sentido, Lederman (2007) argumenta que el enfoque de la ciencia describe aspectos de la epistemología y de la sociología de la ciencia, la cual incorpora valores y creencias construidas en el proceso de desarrollo del conocimiento científico.

El conocimiento de la naturaleza de la ciencia, en un sentido amplio, permite diferenciar la ciencia de otros tipos de conocimiento, tanto en cuanto a sus posibilidades como a sus limitaciones para el esclarecimiento de fenómenos del mundo natural. McComas et al. (2020) mencionan que el enfoque de la ciencia no se basa en la memorización de un conjunto de

datos, sino que se tiene que construir a partir de una experiencia educativa significativa. Además, el conocimiento de la naturaleza de la ciencia promueve el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la alineación con el nivel de ciencia que se espera para el funcionamiento práctico en una sociedad con un alto nivel de ciencia.

Las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los docentes influyen directamente en sus prácticas pedagógicas y en las comprensiones que desarrollan sus estudiantes. Según Abd-El-Khalick (2013), muchos docentes mantienen visiones distorsionadas sobre la naturaleza de la ciencia que transmiten implícitamente en sus clases. Estas distorsiones incluyen concepciones empiristas ingenuas, visiones del método científico como único y algorítmico, y la creencia en la objetividad absoluta de la observación científica. Tales concepciones inadecuadas limitan las oportunidades de los estudiantes para desarrollar comprensiones sofisticadas sobre cómo se construye realmente el conocimiento científico en contextos auténticos.

Entre los aspectos consensuados sobre la naturaleza de la ciencia que deberían abordarse en la educación científica se encuentran varios elementos fundamentales. Villarreal (2024) identifica que el conocimiento científico es tentativo y está sujeto a cambios conforme nueva evidencia emerge y nuevas interpretaciones se proponen. De igual manera, el conocimiento científico se basa en evidencia empírica, pero esta evidencia debe ser interpretada mediante marcos teóricos. La observación científica está cargada de teoría, no existe una observación completamente neutral u objetiva. Las teorías y leyes científicas son diferentes tipos de conocimiento con funciones distintas en la estructura científica.

Las inferencias, leyes y teorías científicas son productos de la imaginación y creatividad humana combinadas con razonamiento lógico. La ciencia como empresa humana está influenciada por factores sociales y culturales del contexto donde se desarrolla. Asimismo, existen múltiples métodos científicos válidos dependiendo de la naturaleza del fenómeno estudiado y las preguntas formuladas. Ramírez (2023) complementa señalando que comprender estos aspectos permite a docentes y estudiantes desarrollar visiones más realistas y complejas sobre cómo se genera y valida el conocimiento científico en comunidades especializadas distribuidas globalmente.

La integración explícita de aspectos sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de la química resulta particularmente relevante dado el carácter abstracto y modelístico de esta disciplina. Según Erduran y Mugaloglu (2013), la química ofrece oportunidades únicas para abordar la naturaleza de la ciencia mediante el análisis de cómo se construyen y validan modelos sobre entidades no observables directamente. Por ejemplo, el estudio de modelos atómicos permite discutir cómo las teorías científicas evolucionan, cómo múltiples modelos pueden coexistir siendo útiles para diferentes propósitos y cómo la creatividad juega un papel fundamental en la construcción de representaciones científicas.

De igual forma, Chamizo (2014) argumenta que la enseñanza de la química debería incorporar explícitamente discusiones sobre el lenguaje científico como convención social establecida por comunidades especializadas. Esto incluye reflexionar sobre por qué se utilizan determinados sistemas de nomenclatura, cómo han evolucionado históricamente las representaciones químicas y qué debates existieron en la comunidad científica sobre formas alternativas de representación. Tales reflexiones permiten a los estudiantes comprender que el conocimiento químico no surgió de manera espontánea sino que es resultado de complejos procesos de negociación social mediados por evidencia empírica, razonamiento lógico y acuerdos convencionales entre científicos.

Las investigaciones sobre concepciones docentes acerca de la naturaleza de la ciencia han documentado que muchos profesores de química mantienen visiones inadecuadas que trascienden hacia sus prácticas de enseñanza. Según Acevedo et al., (2017), es común encontrar docentes que presentan la ciencia como método único y algorítmico, que enfatizan exclusivamente aspectos empíricos obviando el papel de la creatividad y la imaginación, y que ignoran las dimensiones socioculturales de la construcción del conocimiento científico. Estas concepciones inadecuadas se reflejan en prácticas pedagógicas que presentan el conocimiento químico como verdades absolutas derivadas mecánicamente de la experimentación sin reconocer el papel de interpretaciones teóricas.

Por consiguiente, resulta fundamental que los programas de formación docente en química incorporen reflexiones explícitas sobre la naturaleza de la ciencia tanto en contenidos disciplinares como pedagógicos. Morales (2022) sostiene que los futuros docentes deben

experimentar la ciencia como proceso de construcción social mediante actividades de indagación auténtica donde puedan vivenciar cómo se generan, debaten, validan y comunican ideas científicas. Solo mediante estas experiencias reflexivas los docentes podrán desarrollar comprensiones sofisticadas sobre la naturaleza de la ciencia que después puedan integrar efectivamente en sus prácticas pedagógicas, favoreciendo así el desarrollo de alfabetización científica crítica en sus estudiantes.

**Didáctica de las ciencias y modelos de enseñanza**

La didáctica de las ciencias constituye un campo disciplinar específico que se ocupa de los procesos de enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos en contextos educativos formales. A diferencia de una didáctica general, la didáctica de las ciencias reconoce la especificidad epistemológica de los contenidos científicos y las dificultades particulares asociadas a su aprendizaje. Según Porlán et al., (2010), la didáctica de las ciencias se fundamenta en conocimientos sobre la estructura y epistemología de las disciplinas científicas, los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje científico, las estrategias metodológicas apropiadas y los contextos socioculturales donde ocurre la enseñanza.

Este campo ha evolucionado significativamente desde perspectivas centradas exclusivamente en la transmisión de contenidos hacia enfoques que reconocen la complejidad del acto educativo científico. De acuerdo con Sanmartí (2002), la didáctica de las ciencias integra aportes de múltiples disciplinas incluyendo epistemología, psicología cognitiva, sociología del conocimiento, lingüística y pedagogía. Esta naturaleza interdisciplinar permite abordar de manera holística los desafíos asociados a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, reconociendo que el conocimiento científico escolar no es simplemente una versión simplificada del conocimiento científico erudito sino una construcción didáctica específica con características propias.

Los modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias constituyen marcos teóricos que orientan las decisiones pedagógicas sobre qué enseñar, cómo enseñarlo, qué papel desempeñan docentes y estudiantes, cómo evaluar y qué finalidades persigue la educación científica. Según García y Porlán (2000), pueden identificarse cuatro modelos didácticos predominantes en la enseñanza de las ciencias: tradicional, tecnológico, espontaneísta y

alternativo o constructivista. Cada modelo implica concepciones distintas sobre la naturaleza del conocimiento científico, los procesos de aprendizaje, las metodologías apropiadas y los roles de docentes y estudiantes en el proceso educativo.

**Tabla 3**.
*Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias*

| Dimensión | Modelo Tradicional | Modelo Tecnológico | Modelo Espontaneísta | Modelo Alternativo/Constructivista |
|---|---|---|---|---|
| **Concepción del conocimiento** | Verdades absolutas para transmitir | Información organizada secuencialmente | Construcción personal del estudiante | Construcción social mediada culturalmente |
| **Rol del docente** | Transmisor de conocimientos | Diseñador de secuencias didácticas | Facilitador de experiencias | Mediador entre conocimiento y estudiante |
| **Rol del estudiante** | Receptor pasivo de información | Ejecutor de actividades programadas | Constructor activo individual | Participante activo en comunidad de aprendizaje |
| **Metodología predominante** | Exposición magistral | Descubrimiento guiado estructurado | Exploración libre y espontánea | Indagación orientada y modelización |
| **Recursos didácticos** | Pizarra, texto, explicación oral | Recursos audiovisuales, guías estructuradas | Materiales manipulativos diversos | Situaciones-problema, recursos variados contextualizados |
| **Evaluación** | Reproducción de contenidos | Comprobación de objetivos preestablecidos | Proceso informal no estructurado | Reguladora del proceso de aprendizaje |
| **Tratamiento de ideas previas** | Ignoradas o consideradas errores | No consideradas sistemáticamente | Punto de partida pero insuficiente | Explicitadas, contrastadas y reconstruidas |
| **Énfasis pedagógico** | Contenidos conceptuales | Desarrollo de habilidades procedimentales | Motivación y actitudes | Construcción de conocimiento integrado |

Fuente: Elaboración propia

El modelo tradicional se caracteriza por concebir la enseñanza como transmisión directa de conocimientos desde el docente hacia estudiantes considerados receptores pasivos. Según Pozo y Gómez (2009), este modelo asume que el conocimiento científico puede transferirse mediante explicaciones claras y detalladas, ignorando las ideas previas de los estudiantes y los procesos cognitivos implicados en la construcción de significados. La evaluación se centra en la reproducción fiel de contenidos transmitidos mediante exámenes escritos. Aunque ampliamente criticado, este modelo sigue siendo predominante en muchos contextos

educativos, particularmente en educación media donde las presiones curriculares y evaluativas externas favorecen enfoques centrados en cobertura de contenidos.

Por su parte, el modelo tecnológico incorpora aportes de la psicología conductista aplicando principios de secuenciación y organización de contenidos mediante objetivos operacionales. Fernández et al., (2002) señalan que este modelo enfatiza el desarrollo de habilidades procedimentales mediante actividades estructuradas donde el estudiante ejecuta tareas diseñadas previamente por el docente o el currículo oficial. Aunque representa un avance respecto al modelo tradicional al incorporar actividades prácticas y recursos variados, mantiene una visión del aprendizaje como proceso mecánico de acumulación de habilidades sin considerar adecuadamente la construcción de significados por parte de los estudiantes.

El modelo espontaneísta surge como reacción a los modelos centrados en el docente, enfatizando la actividad del estudiante y sus intereses como ejes organizadores del proceso educativo. De acuerdo con Porlán (2018), este modelo asume que el estudiante aprenderá espontáneamente mediante la exploración libre del entorno y la manipulación de materiales diversos. Si bien reconoce la importancia de la actividad estudiantil y sus ideas previas, subestima el papel del docente como mediador y la necesidad de intervenciones pedagógicas intencionadas que promuevan la construcción de conocimientos científicos sofisticados. Las limitaciones de este modelo se evidencian cuando los estudiantes mantienen concepciones alternativas sin desarrollar comprensiones científicamente adecuadas.

El modelo alternativo o constructivista integra aportes de diversas corrientes psicológicas y epistemológicas reconociendo que el aprendizaje científico requiere la construcción activa de significados mediante procesos de interacción social y cultural. Según Coll et al., (2007), este modelo reconoce que los estudiantes poseen ideas previas sobre fenómenos naturales que deben explicitarse, contrastarse con evidencia empírica y reconstruirse mediante actividades diseñadas intencionalmente. El docente actúa como mediador entre el conocimiento científico y las construcciones estudiantiles, diseñando situaciones problemáticas auténticas que promuevan conflictos cognitivos y favorezcan la evolución conceptual hacia comprensiones más sofisticadas y científicamente adecuadas.

En el contexto específico de la enseñanza de la química, los modelos didácticos adquieren características particulares relacionadas con la naturaleza abstracta y multirepresentacional de esta disciplina. Suárez (2021) plantea que la enseñanza de la química demanda modelos didácticos que integren explícitamente el trabajo con múltiples niveles de representación, el uso de modelos científicos como herramientas de pensamiento y la reflexión sobre el lenguaje químico como sistema simbólico convencional. Un modelo didáctico apropiado para la química debe promover la capacidad de los estudiantes para transitar entre representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas, estableciendo conexiones significativas entre estos niveles.

De igual manera, la didáctica de la química contemporánea enfatiza la importancia de contextualizar los contenidos químicos en situaciones socialmente relevantes que permitan a los estudiantes comprender la utilidad y las implicaciones del conocimiento químico. Según Caamaño (2018), los enfoques de química en contexto promueven el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes mediante el análisis de problemas auténticos relacionados con salud, ambiente, tecnología y sociedad. Estos enfoques favorecen la motivación estudiantil al evidenciar la relevancia del conocimiento químico, al tiempo que desarrollan capacidades para analizar críticamente información científica y tomar decisiones informadas sobre cuestiones sociocientíficas controvertidas.

Las investigaciones sobre prácticas docentes en química han documentado que muchos profesores mantienen modelos didácticos implícitos cercanos al modelo tradicional o tecnológico, caracterizados por enseñanza transmisiva y énfasis en algoritmos de resolución de problemas. Torres (2023) señala que superar estos modelos requiere procesos de formación docente que promuevan la reflexión sobre las propias concepciones epistemológicas y didácticas, la experimentación con estrategias alternativas y el análisis crítico de las prácticas pedagógicas. Solo mediante procesos reflexivos sostenidos los docentes pueden transitar hacia modelos didácticos más sofisticados que promuevan aprendizajes significativos y el desarrollo de alfabetización científica en sus estudiantes.

**Enseñanza de la química**

La enseñanza de la química a través de los tiempos ha sido una asignatura difícil tanto en la enseñanza como en el aprendizaje debido a su carácter abstracto y la complejidad de los conceptos que utiliza. La química es una ciencia que no solo se encarga de estudiar la materia, su composición y sus transformaciones, sino que también requiere la comprensión de un lenguaje técnico para entenderla adecuadamente. Según Nakamatsu (2012), la química pretende explicar las propiedades visibles de la materia a partir de su estructura conformada por entidades no visibles como partículas, átomos y moléculas que interactúan constantemente.

Como consecuencia, crea representaciones, conceptos abstractos y forma modelos que presentan una interpretación tratando de explicar una visión coherente de la realidad estudiada. En este sentido, se considera que la enseñanza de la química debe estar mediada por el lenguaje y por el uso de modelos que contengan un poder explicativo para comprender los fenómenos observables y no observables. Así mismo, uno de los principales desafíos para los docentes de química es mediar entre los diferentes niveles del conocimiento químico propuesto por Johnstone (1982, 1991, 1993, 2000), los cuales siguen siendo referencia fundamental.

Estas representaciones se clasifican en el nivel macroscópico referido a lo que se observa, el nivel submicroscópico relacionado con la estructura y comportamiento de átomos y moléculas, y el nivel simbólico expresado mediante fórmulas y ecuaciones químicas. Por consiguiente, la enseñanza de la química debe estar impregnada por estos tres niveles de la química de manera articulada y coherente. A esto se le anexa la necesidad de integrar aspectos epistemológicos por los cuales se construye conocimiento científico. De manera complementaria, Sandoval (2022) argumenta que la articulación efectiva de estos tres niveles del conocimiento quimico constituye el núcleo fundamental para facilitar la comprensión química.

**Tabla 4.**

*Niveles del conocimiento químico según Johnstone (2000)*

| Nivel de representación | Características | Ejemplos | Dificultades de aprendizaje | Estrategias didácticas sugeridas |
|---|---|---|---|---|
| **Macroscópico** | Observable directamente mediante los sentidos | Cambios de color, precipitados, liberación de gas, cambios de temperatura | Establecer relaciones causales entre observaciones | Experimentos demostrativos, videos de fenómenos, experiencias cotidianas |
| **Submicroscópico** | Entidades no observables: átomos, moléculas, iones, electrones | Estructura molecular, movimiento de partículas, enlaces químicos, reorganización atómica | Visualización de entidades abstractas, comprensión de escalas | Modelos físicos, simulaciones, animaciones, analogías |
| **Simbólico** | Representaciones convencionales mediante símbolos | Fórmulas químicas, ecuaciones, gráficas, estructuras de Lewis | Interpretación de símbolos, conexión con otros niveles | Traducción entre representaciones, explicación de convenciones, mapas conceptuales |

Fuente: Elaboración propia

**El uso de modelos científicos en la enseñanza de la química**

El uso de modelos es fundamental en la enseñanza de las ciencias y de la química en particular, constituyéndose en una herramienta didáctica clave para facilitar la comprensión de conceptos complejos y abstractos. Por tal motivo, en esta investigación se hace imperativo entender el concepto de modelo y sus implicaciones pedagógicas. Para Bunge (1976), los modelos son imágenes o representaciones que se crean en la mente de un experto sobre objetos o procesos que dan cuenta de sistemas reales con el fin de efectuar teorías explicativas y predictivas de un fenómeno particular en contextos científicos diversos.

En ciertos casos, los modelos se centran únicamente en los aspectos más relevantes de un fenómeno, especialmente cuando los sistemas reales no pueden observarse directamente como ocurre frecuentemente en química. Esto es particularmente evidente en la ciencia química donde gran parte de la comprensión se basa en representaciones de la materia a nivel submicroscópico inaccesible a los sentidos. En este sentido, tal como señala Giere (1999), el propósito fundamental de un modelo es facilitar la comprensión de dichos fenómenos

mediante aproximaciones simplificadas pero rigurosas que permitan entender la complejidad de la realidad natural estudiada.

En este mismo hilo conductor, Reyes et al., (2021) manifiestan que en las ciencias naturales los modelos se consideran una interpretación de un fenómeno natural y usualmente son representaciones concretas y simplificadas de sistemas complejos. En otras palabras, la elaboración de modelos por parte de científicos y maestros en ciencias naturales facilita la comprensión y la interpretación de los sistemas físicos reales que se construyen internamente en la mente del sujeto. Posteriormente se externalizan para hacer posible una interpretación del mundo, siendo estas representaciones un conjunto de símbolos, signos, imágenes, códigos, maquetas, teorías y esquemas diversos.

Estos hacen parte de los diferentes lenguajes que permiten a científicos y maestros comunicar, discernir y explicar las diferentes formas de mirar la realidad con el fin de darse a entender a una comunidad. Para muchos autores como Galagovsky et al., (2009), la palabra modelo tiene un carácter polisémico, no es un término unívoco ya que posee diferentes interpretaciones y significaciones que dependen de quién lo utilice y en qué contexto. Por ejemplo, los científicos hablan de modelos científicos para referirse a ideas científicas que dan cuenta del fenómeno, mientras el docente habla de modelos de enseñanza para representar su forma de enseñar.

También hablan de modelos de ciencias escolares referidos a la traducción más abreviada, reformada y didácticamente apropiada de los modelos científicos para contextos educativos. Así mismo, está la definición de modelos mentales y de modelos explícitos que cumplen funciones diferentes en la construcción del conocimiento. Los modelos mentales son definidos por Galagovsky et al., (2009) como la representación interna y particular que un experto hace sobre un fenómeno dentro de los sistemas reales. Suele ser confuso, complejo, algo peculiar de la persona y de difícil articulación en los diferentes lenguajes disponibles.

**Tabla 5.**

*Tipología de modelos en la enseñanza de la química*

| Tipo de modelo | Definición | Función principal | Ejemplos | Ventajas | Limitaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| **Modelos científicos** | Representaciones consensuadas por la comunidad científica | Explicar y predecir fenómenos naturales | Modelo atómico cuántico, teoría cinético-molecular | Rigor científico, poder predictivo | Alta complejidad, abstracción elevada |
| **Modelos escolares** | Versiones didácticamente adaptadas de modelos científicos | Facilitar la comprensión estudiantil | Modelo de Bohr, analogía del átomo planetario | Accesibilidad, simplicidad | Posibles concepciones alternativas |
| **Modelos mentales** | Representaciones internas individuales | Organizar y procesar información personalmente | Imágenes mentales sobre estructura molecular | Personalizadas, funcionales para el individuo | Implícitas, difíciles de comunicar |
| **Modelos explícitos** | Externalizaciones de modelos mentales | Comunicar ideas a otros | Diagramas en pizarra, explicaciones orales | Compartibles, discutibles | Requieren traducción a lenguajes específicos |
| **Modelos analógicos** | Comparaciones con sistemas familiares | Conectar lo desconocido con lo conocido | Corriente eléctrica como flujo de agua | Motivadores, intuitivos | Pueden generar malentendidos por límites de la analogía |

Fuente: Elaboración propia

Cuando ese modelo mental se transforma en un modelo explícito, se vuelve un mecanismo de comunicación elaborado especialmente para ser entendido por otros en diferentes lenguajes científicos y didácticos. Esto permite que la explicación sea más fácil y accesible, permitiendo que la información fluya de manera adecuada incentivando la comprensión y el aprendizaje significativo. Este carácter polisémico genera tergiversación y es aún motivo de debates en la actualidad, provocando diferenciación en el contexto del discurso científico y educativo ya que cada uso involucra distintos horizontes de abstracción, formalidad, finalidad e intención comunicativa.

Pero más allá de estas disimilitudes, se puede ver entre la comunidad de científicos y didactas de las ciencias que los modelos están apoyados por representaciones que dan cuenta del fenómeno estudiado. Teniendo en cuenta este discurso, en esta investigación se adopta la definición de Reyes et al., (2021) quienes expresan que un modelo es un esquema teórico apoyado en representaciones gráficas o explicaciones asociadas al fenómeno de un sistema o

de una realidad compleja. Estas representaciones capturan de manera simplificada solamente algunos elementos centrales del fenómeno, facilitando así su comprensión y comunicación efectiva.

Estas representaciones concretas y explicaciones están asociadas a un discurso donde el lenguaje, los códigos y formatos sintácticos juegan un papel fundamental para el entendimiento y aprendizaje de teorías científicas. En este mismo sentido, alineado con lo que propone Labarca (2009), se reconoce que la química como ciencia opera en dos niveles ontológicos fundamentales: el macroscópico y el submicroscópico. Para comprender estas dos realidades implica la necesidad de utilizar modelos o representaciones que ayuden a representar y entender fenómenos observables directamente con los sentidos y los que no podemos observar sin instrumentos especializados.

Dado que este segundo nivel submicroscópico no es accesible a la observación directa, se hace imprescindible el uso de modelos como herramientas conceptuales para su comprensión adecuada. A través de ellos es viable representar procesos químicos invisibles y abstractos, suministrando así tanto el análisis científico como la enseñanza y el aprendizaje significativo de los fenómenos químicos. Sirve de anclaje en la estructura cognitiva del sujeto que aprende. En este contexto, los modelos proceden como puentes entre lo observable y lo no observable, entre la experiencia cotidiana del estudiante y el conocimiento científico formal especializado.

En este sentido, para comprender más a fondo estas realidades, los científicos y docentes se apoyan en un nivel representacional que incluye símbolos químicos, fórmulas, ecuaciones, expresiones matemáticas, gráficas, esquemas y dibujos. Estos permiten dar cuenta de la naturaleza y comportamiento de la materia en sus diferentes niveles de organización. Por último, Herrera (2025) sostiene que la efectividad de los modelos científicos en la enseñanza de la química depende fundamentalmente de la capacidad docente para establecer puentes explícitos entre las representaciones abstractas y las experiencias concretas de los estudiantes, facilitando así la construcción progresiva de comprensiones cada vez más sofisticadas.

**Educación media en Colombia**

La educación media constituye el último ciclo de la educación básica en Colombia, comprendiendo los grados décimo y undécimo para estudiantes entre quince y diecisiete años aproximadamente. Según la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994), la educación media tiene como finalidad la comprensión de ideas y valores universales, la preparación para el ingreso del educando a la educación superior y al trabajo. Este nivel educativo representa un momento crítico en la trayectoria académica de los estudiantes donde se consolidan competencias fundamentales para su desarrollo personal, social y profesional futuro en contextos cada vez más complejos y cambiantes.

El Ministerio de Educación Nacional ha establecido que la educación media puede ofrecer distintas modalidades según las necesidades regionales y las características institucionales específicas. De acuerdo con el decreto 1075 de 2015, estas modalidades incluyen la académica orientada hacia la continuación en educación superior, y la técnica centrada en formación para el trabajo en campos específicos. Sin embargo, independientemente de la modalidad, todos los estudiantes deben desarrollar competencias básicas en áreas fundamentales incluyendo ciencias naturales donde se inscribe la química como disciplina esencial para la comprensión del mundo material y sus transformaciones.

Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (2006) definen los aprendizajes esperados para estudiantes de educación media en química. Estos estándares organizan las competencias en torno a tres ejes fundamentales: me aproximo al conocimiento como científico natural, manejo conocimientos propios de las ciencias naturales, y desarrollo compromisos personales y sociales. En el componente químico específicamente, se espera que los estudiantes desarrollen comprensiones sobre estructura atómica, enlaces químicos, estequiometría, termodinámica, equilibrio y cinética químicos, articulando conocimientos teóricos con aplicaciones prácticas y socialmente relevantes.

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) para ciencias naturales en educación media complementan los estándares especificando con mayor precisión los aprendizajes estructurantes que deben

alcanzar los estudiantes en cada grado. Cifuentes (2023) señala que estos DBA enfatizan el desarrollo de pensamiento científico mediante procesos de indagación, experimentación, modelización y argumentación. En química particularmente, los DBA promueven la comprensión de conceptos fundamentales mediante su aplicación en contextos cotidianos, tecnológicos y ambientales, favoreciendo así el desarrollo de alfabetización científica necesaria para participar informadamente en decisiones sobre cuestiones socio científicas que afectan a individuos y comunidades.

El contexto de la educación media en Colombia enfrenta múltiples desafíos que afectan particularmente la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. Según datos del Laboratorio de Economía de la Educación (2024), se observan brechas significativas en desempeño entre estudiantes de diferentes regiones, niveles socioeconómicos y modalidades educativas. Las pruebas Saber realizadas evidencian que aproximadamente el sesenta por ciento de los estudiantes de educación media no alcanzan niveles satisfactorios de desempeño en ciencias naturales, reflejando dificultades sistémicas en la calidad educativa que requieren atención urgente mediante políticas integrales que aborden factores pedagógicos, curriculares e institucionales.

Entre las problemáticas específicas identificadas en la enseñanza de ciencias naturales en educación media se encuentran la escasez de recursos didácticos apropiados, laboratorios insuficientemente dotados, alta carga académica docente que limita tiempo para preparación de clases y formación continua. Adicionalmente, Hernández (2019) identifica que muchos docentes de ciencias naturales en educación media no cuentan con formación específica en didáctica de las ciencias, lo que limita su capacidad para implementar estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan aprendizajes significativos. Estas condiciones afectan particularmente la enseñanza de química dada su naturaleza abstracta que demanda recursos y estrategias didácticas específicas.

En el contexto específico del departamento de Córdoba, la educación media enfrenta desafíos adicionales relacionados con condiciones socioeconómicas, dispersión geográfica y limitaciones en infraestructura educativa. Según la Secretaría de Educación Departamental (2023), Córdoba presenta tasas de deserción escolar superiores al promedio nacional,

particularmente en zonas rurales donde factores como trabajo infantil, desplazamiento y violencia afectan la continuidad educativa. Estas condiciones contextuales influyen directamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de química, demandando estrategias pedagógicas diferenciadas que reconozcan y respondan a las particularidades del contexto educativo cordobés.

A pesar de estos desafíos, las instituciones educativas de Chinú han desarrollado estrategias para promover la calidad educativa incluyendo alianzas con universidades regionales, participación en programas de formación docente y desarrollo de proyectos pedagógicos contextualizados. La Secretaría Municipal de Educación (2024) reporta esfuerzos por fortalecer la enseñanza de ciencias naturales mediante dotación de laboratorios básicos, implementación de bibliotecas escolares y promoción de ferias científicas estudiantiles. Estas iniciativas, aunque limitadas por restricciones presupuestales, evidencian compromiso institucional por mejorar las condiciones para la enseñanza y aprendizaje de química en el contexto particular del municipio.

**Bases legales**

Este proyecto tiene como objetivo comprender y explicar los fenómenos relacionados con la educación científica en el municipio de Chinú, Córdoba, especialmente en la enseñanza de la Química. A lo largo de los años, se han identificado diferentes problemáticas como obstáculos para la enseñanza, comprensión y aprendizaje de la Química, y estas han sido objeto de estudio por muchos especialistas en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, estas cuestiones evolucionan de acuerdo con el contexto en el que se encuentran, por lo que siguen siendo objeto de investigación. El respaldo legal para esta investigación se encuentra en la Constitución Política de Colombia de 1991, la Ley 115 de 1994, el Decreto 1860 de 1994, la Ley 715 de 2001, las Guías Curriculares de Ciencias Naturales, los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales de 2006, el Decreto 1075 de 2015 y el Plan Decenal de Educación 2016-2026.

Primero, la Constitución Política de Colombia (1991), Artículo 67 afirma: “La educación es un derecho de todos y un servicio público con función social; persigue el acceso al

conocimiento, a la ciencia y a las técnicas, y a los demás bienes y valores de la cultura". En este sentido, la educación científica, además de las leyes de la naturaleza, debe tener un enfoque social que sea crítico para el desarrollo holístico de los estudiantes en una sociedad cada vez más competitiva. Por lo tanto, la educación científica se abordará desde una perspectiva sociocultural en línea con el mandato constitucional citado, y en reconocimiento del papel social del conocimiento científico en la educación para la ciudadanía. Este artículo explica la necesidad de desarrollar modelos teóricos que permitan la comprensión de lenguajes especializados y fundamentos epistemológicos del conocimiento de la química.

En segundo lugar, la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) en el Artículo 5 sobre los Propósitos de la Educación, en concordancia con el Artículo 67 de la Constitución Política de Colombia, enfatiza la necesidad de promover el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas desde los primeros años de escolaridad y en la educación secundaria baja, secundaria y superior. También fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo sobre el pensamiento científico de los estudiantes. Esta disposición legal enfatiza la necesidad del desarrollo de modelos teóricos que fortalezcan la enseñanza de la química a través del lenguaje de la ciencia y las concepciones epistemológicas de su construcción, de modo que los estudiantes puedan acceder críticamente al conocimiento químico.

Con respecto al Artículo 29, en la educación secundaria, los estudiantes profundizan su conocimiento en las áreas de ciencias, artes y humanidades, dependiendo de sus intereses y particularidades. Siguiendo esta línea de pensamiento, el Artículo 30 se centra en los niveles avanzados de conocimiento científico, que, en el caso de Colombia, se han dividido en tres ramas: física, química y biología. Estas se agrupan en el Artículo 31 como áreas fundamentales de la formación docente en secundaria en el área de ciencias naturales. Este diseño curricular reconoce la especificidad de la química como disciplina científica con atributos epistemológicos y lingüísticos distintos que requieren estrategias pedagógicas particulares. Por lo tanto, la química es un campo de conocimiento que, por ley, se considera fundamental para la educación de los estudiantes colombianos.

En tercer lugar, el Decreto 1860 de 1994, como otras normativas, regula parcialmente la Ley 115 respecto a la pedagogía y la organización de la estructura general de los servicios

educativos públicos. Este decreto también incluye la autonomía institucional para desarrollar proyectos educativos que respondan a las necesidades contextuales específicas de cada comunidad educativa. Además, proporciona directrices sobre la estructura del currículo y los criterios que deben guiar la construcción de planes de estudio en las diferentes áreas obligatorias. En relación con las ciencias naturales, y específicamente con la química, este marco regulatorio brinda a las instituciones la oportunidad de desarrollar propuestas que sean innovadoras en pedagogía y que también incorporen las dimensiones epistemológicas y comunicativas de la disciplina.

En cuarto lugar, la Ley 715 de 2001 clasifica la organización de los servicios de educación y salud en Colombia, especificando las diferentes competencias y recursos para los distintos niveles administrativos. En el ámbito de la educación, esta ley asigna a la Nación la responsabilidad de desarrollar regulaciones técnicas sobre cuestiones curriculares y pedagógicas aplicables a todos los niveles del sistema educativo colombiano. De manera similar, se determina que las entidades territoriales certificadas son responsables de garantizar la prestación del servicio educativo en condiciones de calidad, equidad y eficiencia. Este contexto normativo es relevante para el desarrollo de investigaciones que buscan proporcionar una respuesta sobre cómo mejorar la calidad de la enseñanza en particular, en el caso de la química, a los objetivos institucionales del sistema educativo nacional.

En quinto lugar, las Directrices Curriculares para las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental del Ministerio de Educación Nacional establecen orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para guiar la enseñanza de las ciencias naturales en Colombia. Estas directrices dan una postura particular a la visión de la ciencia como una actividad humana en constante cambio, en oposición a los enfoques positivistas que consideran el conocimiento científico como una verdad absoluta e inmutable. También reconocen que cada disciplina científica tiene características epistemológicas particulares que deben tenerse en cuenta en los procesos de enseñanza. Para la química en particular, estas directrices enfatizan la necesidad de comprender sus complejos niveles de representación y lenguaje especializado como fundamentales en la construcción del conocimiento en química.

En el sexto lugar tenemos los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales. Estos fueron construidos por el Ministerio de Educación Nacional en 2006 y constituyen una guía de orientación para cada una de las áreas fundamentales que se llaman estandarización básica de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y competencias ciudadanas. Los sitúa como guías para los docentes en relación con los saberes y las competencias que deben desarrollar sus estudiantes en función de todo lo que aprenden y esto plantea unos desafíos que, como docentes de química, hasta el día de hoy no se logran superar por completo. En el mismo documento, el autor plantea una visión de ciencias que concuerda con la Ley General de Educación y la Constitución Política, al calificar la actividad científica como una práctica social, donde esto implica un proceso colectivo y no un proceso individual. Esto requiere la construcción y el desarrollo de comunidades de aprendizaje en ciencias.

Adicionalmente, el documento propone los fundamentos epistemológicos de las ciencias que guían su enseñanza y por esta razón, es una referencia fundamental para esta investigación. Los Estándares reconocen que la construcción del conocimiento científico implica entender el lenguaje especializado y procesos epistémicos específicos que deben abordarse explícitamente en la enseñanza. Esta perspectiva justifica la necesidad de explorar cómo los docentes de química utilizan el lenguaje de la disciplina y cómo sus comprensiones epistemológicas moldean sus prácticas de enseñanza, formando así un marco regulador que guía los objetivos y el contenido a abordar en la enseñanza de la química en la educación secundaria.

Séptimo, el Decreto 1075 de 2015 compila las regulaciones aplicables actuales en el sector educativo colombiano en un solo cuerpo normativo. Este decreto integra disposiciones que abarcan todos los niveles del sistema educativo, desde la educación infantil hasta la educación superior. Esta unificación de regulaciones es útil para la consulta e implementación de las leyes de educación nacionales. Para los fines de esta investigación, este decreto es relevante ya que integra regulaciones respecto a los planes de estudio, la evaluación del aprendizaje y la gestión institucional que enmarcan el desarrollo de propuestas pedagógicas en química. La compilación normativa nos permite identificar los márgenes de acción para enseñar

de manera innovadora las ciencias naturales dentro de los parámetros de la ley del Estado colombiano.

El Plan Decenal de Educación 2016-2026 establece los compromisos sociales por la educación y los delineamientos estratégicos de la política educativa para dicho periodo. En su desafío estratégico número tres, plantea la construcción de lineamientos curriculares generales, pertinentes y flexibles que promuevan el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la curiosidad de los estudiantes. Este planteamiento respalda la presente investigación que busca construir teorías sobre la enseñanza de la química que, a través del lenguaje químico y de las concepciones epistemológicas, fomenten estas capacidades. Adicionalmente, del desafío número seis del Plan Decenal subraya la importancia de la formación continua de los docentes como agentes pedagógicos, y el permanente enriquecimiento de su conocimiento disciplinar y de sus prácticas pedagógicas, lo que guarda relación directa con los propósitos de esta investigación.

## MOMENTO III

# METODOLOGÍA

Este capítulo describió las decisiones y los procedimientos metodológicos que orientaron el desarrollo de la investigación doctoral sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes empleados por los maestros de química del municipio de Chinú, departamento de Córdoba. Según Martínez (2004), el enfoque cualitativo habilita la comprensión profunda de los fenómenos educativos desde las particularidades de quienes los experimentan cotidianamente. La presentación de este apartado incluyó la explicación del paradigma que orientó el estudio, el enfoque investigativo que se seleccionó, las características del contexto donde se realizó el trabajo, la identificación de quiénes fueron los participantes, las técnicas que se emplearon para obtener la información y los procedimientos mediante los cuales se analizó e interpretó lo recopilado durante el trabajo de campo.

El trabajo investigativo se fundamentó en la hermenéutica con la finalidad de interpretar la realidad social desde las vivencias auténticas de los maestros participantes, lo que permitió que emergieran categorías significativas a lo largo del proceso investigativo. Martínez (2011) sostiene que los estudios de corte cualitativo buscan conocer las realidades en profundidad mediante el análisis riguroso de aquello que revelan los participantes. Fueron precisamente estas revelaciones de los informantes sobre el fenómeno estudiado las que habilitaron al investigador para interpretar, comprender y construir un modelo teórico orientado a mejorar la enseñanza de la química en el nivel de educación media, considerando tanto los lenguajes utilizados como las concepciones epistemológicas que poseen los docentes del municipio estudiado.

**Paradigma de la investigación**

El paradigma interpretativo generalmente busca comprender, interpretar y entender las realidades complejas y dinámicas de los procesos sociales, con miras a construir significados a partir de las experiencias de los participantes. Según Miranda y Ortiz (2020), este paradigma se fundamenta en las subjetividades individuales y da cabida a la comprensión del mundo desde las apropiaciones que hacen los sujetos en sus contextos particulares. Siguiendo esta perspectiva teórica, el presente estudio se enmarcó en el paradigma interpretativo porque facilitó la realización de descripciones densas con la intención de interpretar, conceptualizar y teorizar sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias que poseen los profesores que enseñan química, así como sobre los tipos de lenguajes que utilizan para enseñarla en las aulas de las instituciones educativas del municipio de Chinú.

Este posicionamiento paradigmático facilitó el acceso a las dimensiones subjetivas de los maestros de química respecto a las formas en que conciben el conocimiento científico y los modos en que lo comunican mediante diversos lenguajes especializados en su trabajo pedagógico cotidiano. Miranda y Ortiz (2020) explican que el paradigma interpretativo posibilita comprender el mundo desde las apropiaciones que realizan los individuos en sus contextos particulares.

Esta perspectiva resultó coherente con el propósito central de generar un modelo teórico para la enseñanza de la química basado en el lenguaje y la epistemología de las ciencias en educación media, que no solo permitiera comprender las experiencias pedagógicas de los docentes en sus propios términos y contextos, sino también identificar los patrones epistemológicos y comunicativos que subyacen a sus prácticas de enseñanza, para desde allí construir orientaciones teóricas y pedagógicas fundamentadas que contribuyan a transformar los procesos de enseñanza de la química en las instituciones educativas públicas del municipio de Chinú, reconociendo que sus concepciones epistemológicas sobre las ciencias y sus usos particulares del lenguaje químico se configuraron en los contextos institucionales y socioculturales específicos del municipio cordobés donde desarrollan su labor pedagógica.

El paradigma interpretativo adoptado permitió reconocer que las realidades educativas vinculadas con la enseñanza de la química se construyen socialmente y están mediadas por las

interpretaciones que los maestros elaboran continuamente sobre sus experiencias pedagógicas. González y Villegas (2009) plantean que la tarea del investigador frente a los hechos sociales que se construyen desde las subjetividades de los protagonistas no consiste en descubrirlos como si fueran objetos externos, sino más bien en interpretarlos y penetrar en su complejo entramado de sentidos y significados que les son atribuidos por quienes los viven. Esta comprensión paradigmática orientó todo el proceso investigativo hacia la búsqueda de significados profundos sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que emplean los maestros en el municipio estudiado.

**Enfoque**

En concordancia con el paradigma interpretativo, se adoptó el enfoque metodológico cualitativo que, según Martínez (2004), posibilita la interpretación y la comprensión profunda del fenómeno de estudio a partir de las particularidades y manifestaciones de cada participante en cuanto a su experiencia relacionada con lo que piensa y hace en sus contextos de actuación. Este enfoque permitió acceder a las experiencias vividas por los maestros de química en sus contextos pedagógicos naturales, lo que facilitó la comprensión de sus concepciones epistemológicas sobre las ciencias y los lenguajes químicos que emplearon en sus prácticas de enseñanza desarrolladas en las instituciones educativas del municipio de Chinú.

Se consideró además que la investigación cualitativa resultó pertinente para este estudio porque permitió comprender y extraer de las opiniones de todos los participantes diversos constructos y significados con la finalidad de construir desde la lógica y la emoción de los maestros participantes se construye un modelo teórico. Para Sandoval (2002), la investigación cualitativa permite el estudio de los fenómenos en sus particularidades y desde una mirada interna que se centra en las visiones de los actores sobre sus propias realidades. En este caso, el enfoque cualitativo ayudó a construir conocimiento a partir de las voces de los maestros participantes., reconociendo que sus saberes experienciales sobre la enseñanza de la química constituyeron fuentes válidas y sumamente valiosas de conocimiento pedagógico contextualizado para el municipio cordobés.

### Dimensiones de la investigación

Las dimensiones ontológica, epistemológica, axiológica, teleológica y metodológica funcionaron como los principales ejes orientadores del desarrollo investigativo en el marco del paradigma interpretativo y del enfoque cualitativo que fueron adoptados para este estudio. Estas cinco dimensiones garantizaron la coherencia interna de todo el proceso investigativo y su alineación con los principios filosóficos que sustentaron el estudio sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos empleados por los maestros de química en el nivel de educación media del municipio de Chinú, departamento de Córdoba, Colombia.

#### Axiológica

Las consideraciones de carácter axiológico en esta investigación tuvieron que ver con lo que expresan Baeza (2020) y Aguirre y Gómez (2021) respecto a reconocer los valores de los actores sociales que emergieron de la interacción intersubjetiva entre el investigador y los informantes durante el desarrollo del trabajo en las instituciones educativas del municipio. Se respetaron las interpretaciones de los sujetos participantes aceptándolas como válidas y valiosas, se escuchó activamente lo que tenían para expresar, se evitó emitir juicios sobre sus creencias personales y profesionales, y se reconoció permanentemente el contexto social y cultural en el que se desenvuelven, ya que lo que se buscó fue comprender las múltiples realidades de los sujetos sin imponer marcos valorativos externos que pudieran distorsionar sus experiencias auténticas de enseñanza.

Los valores de honestidad, respeto, transparencia y reciprocidad orientaron todas las interacciones que se desarrollaron con los maestros participantes, reconociendo en todo momento que ellos poseen saberes experienciales valiosos que han construido durante años de práctica pedagógica en los contextos específicos del municipio. Baeza (2020) y Aguirre y Gómez (2021) indican que estos valores se consideran fundamentales para la ciencia y para la ética en la investigación, garantizando así la validez y la legitimidad del proceso investigativo desarrollado. El respeto permanente por las interpretaciones de los sujetos y el reconocimiento de su contexto sociocultural constituyeron elementos centrales que permearon todo el desarrollo de la investigación en las instituciones educativas del municipio de Chinú.

Estos valores se consideraron fundamentales para la ciencia y para la ética en el proceso de investigación, garantizando la validez y la legitimidad del estudio desarrollado sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos. Baeza (2020) y Aguirre y Gómez (2021) enfatizan la importancia de reconocer los valores de los actores sociales en el contexto de la investigación cualitativa. La dimensión axiológica aseguró que todo el proceso investigativo se desarrollara con integridad ética, respetando en todo momento la dignidad y la autonomía de los maestros participantes, y reconociendo sus valiosas contribuciones al conocimiento pedagógico sobre la enseñanza de la química en el nivel de educación media del municipio estudiado.

**Ontológica**

Teniendo en cuenta el modo en que el ser humano concibe y percibe la realidad, los aspectos ontológicos de esta investigación estuvieron enmarcados en una realidad construida socialmente por los actores o informantes claves sobre la problemática estudiada, convirtiéndose por lo tanto en una exploración profunda e interpretativa de las formas en que se relacionaron las representaciones lingüísticas y epistemológicas de las ciencias con la realidad química. Esta exploración buscó comprender cómo estas complejas interacciones afectaron la comprensión tanto de los docentes como de los estudiantes sobre la percepción de un mundo compuesto por átomos y moléculas, reconociendo que estas comprensiones se configuraron en los contextos socioculturales específicos del municipio de Chinú.

Además de lo anterior, los aspectos ontológicos estuvieron estrechamente relacionados con las concepciones epistemológicas de las ciencias, ya que la complejidad de los lenguajes químicos también pudo ejercer influencia en la forma en que se construyó el conocimiento científico en el campo de la química. González y Villegas (2009) expresan que la tarea del investigador sobre los hechos sociales construidos desde las subjetividades de los protagonistas no es descubrirlos como si fueran objetos externos y objetivos, sino interpretarlos y penetrar en su malla de sentidos y significados que les son atribuidos por quienes están comprometidos en su despliegue en el marco de una situación social específica, concreta o particular. Esta fundamentación ontológica orientó la comprensión de que las prácticas de enseñanza de la

química no constituyeron realidades objetivas e independientes, sino fenómenos mediados por las concepciones y las experiencias de los maestros participantes.

**Epistemológica**

En cuanto a la dimensión epistemológica, Doubront (2021) considera que es necesario tener en cuenta el abordaje epistemológico para la construcción de teoría, y que esto se logra cuando el investigador cuestiona, clarifica y comprende los elementos teóricos del problema, otorgándole significados profundos al lenguaje del discurso por medio de la acción comunicativa entre el investigador y lo investigado, lo que permite interpretar la realidad social. Esta dimensión epistemológica reconoció que el conocimiento emergió de la interacción dialéctica sostenida entre el investigador y los participantes, privilegiando la comprensión intersubjetiva de las experiencias vividas por los maestros de química en sus contextos pedagógicos específicos del municipio de Chinú.

En atención a lo anteriormente expuesto, la construcción del conocimiento que se alcanzó durante la realización de este trabajo fue producto de la interpretación de los textos que se generaron durante las entrevistas realizadas a los docentes de química en ejercicio, a partir de tres tipos de análisis que posteriormente se integraron en un diálogo hermenéutico entre los textos producidos y el intérprete. Doubront (2021) señala que la construcción de teoría se logra cuando el investigador cuestiona y comprende los elementos teóricos, otorgándole significados al lenguaje del discurso. Este proceso, conocido como fusión de horizontes, permitió finalmente llegar a una teorización comprensiva del fenómeno estudiado, lo que facilitó generar un modelo teórico para la enseñanza de la química a partir de los lenguajes y las concepciones epistemológicas identificadas en la educación media.

La construcción del conocimiento se desarrolló mediante tres tipos de análisis específicos: el análisis formal, el análisis semántico y el análisis sociocultural, que posteriormente se integraron en un diálogo hermenéutico entre los textos producidos por los informantes y la interpretación realizada por el investigador. Doubront (2021) sostiene que este abordaje epistemológico permite la construcción de teoría mediante la acción comunicativa entre el investigador y lo investigado. El proceso conocido como fusión de horizontes facilitó finalmente alcanzar una teorización comprensiva del fenómeno estudiado, lo que permitió

generar un modelo teórico para la enseñanza de la química a partir de los lenguajes químicos y las concepciones epistemológicas que fueron identificadas en la educación media del municipio de Chinú.

El conocimiento construido se caracterizó por su naturaleza situada, histórica y contextualizada, reconociendo que las comprensiones que se desarrollaron correspondieron a interpretaciones válidas para los contextos específicos que fueron estudiados en las instituciones educativas del municipio. Doubront (2021) enfatiza que la dimensión epistemológica permite interpretar la realidad social mediante la acción comunicativa. Esta perspectiva epistemológica asumió que el saber pedagógico sobre la enseñanza de la química se configuró no solamente desde las teorías académicas formales que se transmiten en las universidades, sino también desde las prácticas cotidianas, las reflexiones experienciales y las construcciones de sentido que elaboraron los maestros participantes en sus contextos específicos de actuación docente en el municipio cordobés.

**Teleológica**

Cabe señalar que el aspecto teleológico, tal como lo señala Pérez (2021), se refiere a los fines o a los propósitos de la investigación. En este estudio, el primer principio o propósito radicó en generar un modelo teórico que aportara elementos conceptuales y pedagógicos significativos para la enseñanza de la química, caracterizando los lenguajes utilizados, las concepciones epistemológicas presentes y los aspectos socioculturales de las ciencias. Este propósito buscó estimular el desarrollo del pensamiento de los docentes, con consecuencias potencialmente significativas para los estudiantes, promoviendo una comprensión más profunda de la materia y desarrollando la capacidad de cuestionar y evaluar la información de manera crítica y reflexiva en el contexto específico del municipio de Chinú.

La dimensión teleológica orientó todo el proceso investigativo hacia la construcción de un modelo teórico que trascendiera la mera descripción del fenómeno para generar aportes verdaderamente transformadores en las prácticas de enseñanza de la química. Pérez (2021) indica que el aspecto teleológico alude a los fines o propósitos que orientan la investigación hacia metas específicas. El modelo resultante buscó integrar tanto los hallazgos empíricos que se obtuvieron del trabajo de campo como los fundamentos teóricos sobre el lenguaje y la

epistemología de las ciencias, considerando siempre las particularidades de los contextos educativos donde se desarrolló la investigación en las instituciones del municipio cordobés.

El propósito fundamental fue generar un conocimiento transformativo capaz de incidir positivamente en las realidades educativas que fueron estudiadas, facilitando el mejoramiento de las prácticas pedagógicas en el área de la química. Pérez (2021) enfatiza que los fines investigativos deben responder a las necesidades que se identifican en contextos específicos. La finalidad teleológica reconoció que la comprensión hermenéutica debió culminar en una aplicación práctica, generando un modelo teórico que, manteniendo el rigor científico requerido, contribuyera efectivamente al fortalecimiento de los procesos de enseñanza de la química en el nivel de educación media, estimulando el desarrollo del pensamiento crítico tanto de los docentes como de los estudiantes del municipio de Chinú.

**Metodológica**

Siguiendo este orden de ideas, la perspectiva metodológica se fundamentó en un enfoque cualitativo enmarcado en el paradigma interpretativo, adoptando un método fenomenológico hermenéutico de Gadamer, debido a que este estudio permitió interpretar, comprender y construir el significado de los hechos sociales en cuanto a la complejidad de los lenguajes químicos y las concepciones epistemológicas sobre las ciencias. Martínez (2011) señala que los estudios de corte cualitativo se fundamentan en conocer las realidades en profundidad, constituyendo esta la razón plena de su comportamiento y de sus revelaciones. Fueron precisamente esas revelaciones de los informantes sobre el fenómeno de estudio las que le permitieron al investigador interpretar, comprender y realizar aportes significativos mediante la construcción de un modelo teórico para la enseñanza de la química en el nivel de educación media del municipio de Chinú.

Para desarrollar esta dimensión metodológica en la investigación, se fundamentó el trabajo en la hermenéutica con la finalidad de interpretar la realidad social desde el mundo fáctico de los informantes clave, de donde emergieron las categorías que permitieron orientar el proceso investigativo de manera sistemática. Martínez (2011) sostiene que los estudios cualitativos permiten conocer las realidades en profundidad mediante el análisis riguroso de las revelaciones de los participantes. El método fenomenológico hermenéutico de Gadamer facilitó

la interpretación profunda de las experiencias y de las percepciones de los informantes clave mediante la aplicación sistemática del círculo hermenéutico, permitiendo la comprensión del fenómeno desde múltiples perspectivas complementarias sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos empleados en la enseñanza.

**Tipo y diseño de la Investigación**

En lo concerniente a las estrategias para recolectar, analizar e interpretar la información, se utilizó el método fenomenológico hermenéutico expresado por Gadamer (1998), el cual permitió develar e interpretar en profundidad la esencia del problema a partir de la información que se extrajo del discurso oral y escrito proveniente de la experiencia de los informantes. Esta información se materializó en textos escritos, en representaciones icónicas o en esquemas que representaron la realidad estudiada sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos empleados por los maestros de química en sus prácticas pedagógicas cotidianas desarrolladas en las instituciones educativas del municipio de Chinú.

En este orden de ideas, se empleó un diseño de investigación de campo propuesto por Hurtado (2010), debido a que la información se recolectó directamente de los informantes clave en su contexto natural de actuación pedagógica. Hurtado (2010) sostiene que el diseño de campo permite acceder directamente a los fenómenos en sus escenarios naturales de ocurrencia. Asimismo, se pretendió comprender en profundidad la situación o el evento de estudio, identificando los posibles factores que constituyeron la problemática en cuanto al abordaje multidimensional del lenguaje químico y la epistemología de las ciencias para la enseñanza de la química que fue planteada al inicio de este proyecto doctoral.

El diseño de campo facilitó la comprensión situada del fenómeno estudiado, permitiendo documentar no solamente las percepciones declaradas por los participantes, sino también las condiciones contextuales específicas que configuraron sus prácticas pedagógicas en el municipio. Hurtado (2010) señala que este diseño resulta apropiado cuando se busca comprender fenómenos complejos en sus contextos reales de desarrollo. La inmersión directa en las instituciones educativas del municipio de Chinú permitió identificar los factores socioculturales, institucionales y materiales que mediaron las concepciones epistemológicas de

las ciencias y los usos del lenguaje químico por parte de los maestros participantes en el nivel de educación media.

**Proceso de investigación**

El proceso investigativo se estructuró siguiendo una secuencia metodológica sistemática que garantizó la coherencia entre los propósitos que se plantearon inicialmente y las estrategias que se emplearon para alcanzarlos en el contexto específico del municipio de Chinú. Martínez (2011) indica que los estudios de corte cualitativo se fundamentan en conocer las realidades en profundidad mediante el análisis riguroso de las revelaciones de los participantes. La investigación se desarrolló reconociendo que las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos empleados por los maestros constituyeron un fenómeno complejo que requirió aproximaciones metodológicas específicas basadas en el método fenomenológico hermenéutico de Gadamer para lograr su comprensión profunda.

El proceso se fundamentó en el reconocimiento de que la realidad educativa se construyó socialmente y estuvo mediada por las interpretaciones que los maestros elaboraron continuamente de sus experiencias pedagógicas cotidianas. González y Villegas (2009) plantean que la tarea del investigador consiste en interpretar y penetrar en la malla de sentidos y significados que son atribuidos por los protagonistas. La investigación integró los principios hermenéuticos de Gadamer como un componente metodológico central, donde la comprensión emergió progresivamente a través de movimientos interpretativos constantes entre las experiencias particulares de cada maestro y las comprensiones globales del fenómeno que se estudió en el municipio cordobés.

El proceso investigativo mantuvo una constante reflexividad metodológica que permitió ajustar las estrategias según las condiciones específicas del contexto y las características particulares de los informantes participantes. Martínez (2011) sostiene que la reflexividad constituye un elemento fundamental en la investigación de corte cualitativo. La flexibilidad del proceso garantizó la adaptación necesaria a las dinámicas propias de las instituciones educativas del municipio de Chinú sin comprometer la sistematicidad metodológica que se requería para generar un conocimiento válido y contextualizado sobre las concepciones

epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que emplearon los maestros de química en el nivel de educación media.

### Método de Investigación

El método fenomenológico hermenéutico de Gadamer constituyó la estrategia metodológica central de esta investigación, fundamentándose en que permitió interpretar, comprender y construir el significado de los hechos sociales respecto a la complejidad de los lenguajes químicos y las concepciones epistemológicas sobre las ciencias. Gadamer (1998) propone que la hermenéutica permite develar e interpretar en profundidad la esencia de los fenómenos que se estudian. Este método permitió la aplicación sistemática del círculo hermenéutico, facilitando la comprensión del fenómeno desde múltiples perspectivas mediante el diálogo interpretativo constante entre las precomprensiones del investigador y las experiencias vividas de los participantes del municipio de Chinú.

**Establecer preconceptos (prejuicios y presupuestos teóricos)**

Este momento se refirió a las ideas, los prejuicios, las hipótesis hermenéuticas, los supuestos, las preconcepciones, las ideas-fuerza, las expectativas, los intereses y las creencias que el investigador tuvo sobre el fenómeno de estudio, las cuales pudieron ser corregidas o ampliadas según los hallazgos que fueron emergiendo del trabajo de campo. González (2011) indica que esta etapa inicial del método hermenéutico implica el reconocimiento consciente y la explicitación de los preconceptos del investigador. En este estudio, el investigador explicitó sus precomprensiones sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que son utilizados por los maestros, reconociendo que estas precomprensiones iniciales incidieron en la interpretación de la información que se obtuvo durante el trabajo de campo en las instituciones educativas del municipio de Chinú.

**Sacar las unidades de sentido, horizonte del autor de los textos (análisis formal)**

Este segundo momento hizo referencia a la lógica de lo narrado por el informante, donde el investigador aprehendió el corpus narrativo, internalizando el texto y extrayendo las unidades de análisis o de sentido que resultaron más significativas para el estudio. Coffey y Atkinson (2003) sugieren que, esencialmente, se trata de condensar un gran volumen de datos

en unidades analizables formando categorías con o a partir de ellos. En este análisis emergieron conceptos y categorías que le dieron sentido a la investigación en una etapa que se conoce como categorización, lo que permitió identificar los horizontes interpretativos de los participantes sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que emplearon en sus prácticas de enseñanza en el municipio estudiado.

**Fusión de horizontes, el autor de los textos y del intérprete (análisis semántico)**

En esta etapa del método se develaron los significados a partir de la interpretación del investigador, la cual consistió en hacer una fusión entre las unidades de análisis de los textos y la interpretación que el investigador aportó respecto al contenido de los segmentos analizados, forjando así un proceso dialógico entre ambos horizontes interpretativos. En este mismo momento, el investigador buscó relaciones, diferencias y semejanzas con otros textos que fueron expresados por otros informantes, indagando sobre constantes y estructuras esenciales, y generando una organización categorial del texto que es conocida por otros investigadores cualitativos como la estructuración de la información.

Paralelamente con este proceso, se buscó una validación argumentativa que consistió en hacer una triangulación de fuentes con las ideas de los teóricos que han estudiado el fenómeno, con la finalidad de ampliar más el horizonte argumentativo sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos. Según Torres (2021), se busca la triangulación para obtener una visión más comprensiva del fenómeno estudiado al fusionar diversos puntos de vista, buscando apreciar una única dimensión de la realidad. Este proceso de triangulación combinó las voces de los participantes con las aportaciones de varios autores, lo que enriqueció la comprensión del fenómeno estudiado, y teorizó sobre las voces de los participantes, las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos en diversos entornos educativos.

**Releer el texto para sacar nuevas aristas (oír el texto)**

Según Lara (2020) y Veitia et al., (2024), con este paso se buscó ampliar el panorama interpretativo con la finalidad de develar nuevos significados, dilucidar diferentes matices, descubrir nuevas aristas e identificar ideas nuevas que ayudaron a comprender más profundamente el fenómeno que se estudió. Esta etapa consistió en volver sobre los textos con

una mirada renovada después del primer proceso interpretativo, para descubrir dimensiones que pudieron pasar desapercibidas en la lectura inicial. Este momento del método permitió profundizar en la comprensión de las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que fueron utilizados por los maestros del municipio de Chinú, identificando matices sutiles que enriquecieron las interpretaciones que se desarrollaron durante el análisis semántico previo.

**Aplicar el sentido, búsqueda de vigencia histórica (énfasis en el contexto sociocultural)**

En este caso, la aplicación se relacionó con el contexto sociocultural donde se desarrollaron los hechos educativos, el cual condicionó la manera de actuar y de pensar de los informantes, al tiempo que se buscó determinar qué tan vigente fue históricamente lo que se interpretó. Lara (2020) indica que en esta etapa es la misma realidad del investigador la que intenta comprender desde su experiencia por qué suceden las cosas de determinadas maneras en contextos específicos. Esta fase demandó situar las interpretaciones que se desarrollaron sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos en el contexto histórico, social y cultural del municipio de Chinú, reconociendo cómo las tradiciones pedagógicas, las políticas educativas y las condiciones sociohistóricas particulares mediaron tanto el fenómeno estudiado como las comprensiones que se desarrollaron sobre él.

**Teorización y nuevos interrogantes**

Se desarrolló la teorización, la cual involucró una habilidad creativa compleja y mental donde se trató de integrar en un todo coherente los hallazgos de la investigación de una manera sistemática y organizada. Martínez (2006), Sucre y Cedeño (2019) y Borjas (2020) concuerdan en que esta es una destreza cognitiva donde se integran los hallazgos de la investigación de manera sistemática y coherente, la cual implica diversas habilidades de procesamiento de la información, tales como percibir, comparar, contrastar, integrar, unificar, añadir, ordenar y establecer nexos y relaciones entre las categorías, los conceptos y los saberes que fueron emergiendo de los datos que obtuvo el investigador durante el trabajo de campo.

Fue necesario que las ideas que fueron emergiendo se exploraran a profundidad y desde diferentes puntos de vista, lo cual dio sustento a la teoría que se construyó, permitiendo ampliarla o extenderla según los hallazgos que se obtuvieron. Martínez (2006), Sucre y Cedeño

(2019) y Borjas (2020) enfatizan la importancia de la teorización como una destreza cognitiva compleja. En cuanto al proceso de interrogarse, este consistió en hacerse nuevas preguntas sobre la propia interpretación que se desarrolló, debido a que se reconoció que se llegó a reflexiones transitorias y provisionales, es decir, a conclusiones provisionales para que otros investigadores puedan generar nuevas interpretaciones y comprensiones, de tal forma que el círculo hermenéutico quedó abierto para futuras investigaciones sobre el fenómeno que fue estudiado.

El método fenomenológico hermenéutico de Gadamer proporcionó un marco metodológico coherente y robusto para la comprensión profunda del fenómeno educativo que se estudió, relacionado con las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que emplearon los maestros en el nivel de educación media. Gadamer (1998) sostiene que la hermenéutica permite develar e interpretar en profundidad la esencia de los problemas que se estudian. Este método permitió acceder a las dimensiones simbólicas, históricas y culturales que mediaron las prácticas de enseñanza de la química en el municipio de Chinú, facilitando la construcción de un modelo teórico fundamentado en el lenguaje y la epistemología de las ciencias que respondió a las necesidades específicas que fueron identificadas en los contextos educativos del municipio cordobés.

**Figura 1.**
*Método hermenéutico de Gadamer*




Fuente: Lara (2023)

**Escenario**

La población del municipio de Chinú constituyó una comunidad vibrante y diversa desde el punto de vista social, componiéndose de una mezcla de culturas y etnias que incluyeron a afrocolombianos, indígenas (un cabildo urbano y otro rural) y mestizos. Esto dio lugar a una rica herencia cultural y a una comunidad con fuertes lazos familiares y comunitarios donde se realizaron festivales de música y danzas tradicionales de gran significado para los habitantes. Chinú fue un pueblo con una diversidad cultural significativa donde la música vallenata, por ejemplo, tuvo un lugar especial en la cultura de la región, constituyéndose en una forma de expresión artística y cultural importante para la comunidad del municipio cordobés.

La mayoría de la población en este municipio practicó el catolicismo, siendo las fiestas y las ceremonias religiosas eventos culturales importantes donde la comunidad se reunió para celebrar festividades religiosas con procesiones, oraciones y otros rituales significativos para los habitantes. La economía de Chinú se basó en gran medida en la agricultura, con la producción de cultivos como el maíz, el arroz, la yuca, el ñame, entre otros productos agrícolas característicos de la región. Además de esto, la ganadería desempeñó un papel importante en la economía local, y en los últimos años el municipio incursionó en la industria del calzado con un gran auge económico que transformó parte de la dinámica productiva local.

Dadas las condiciones económicas a veces desafiantes, muchas personas en Chinú demostraron una notable resiliencia y diversas habilidades de adaptación para enfrentar los desafíos cotidianos de su contexto socioeconómico. La mayoría de las familias se encontraron en los estratos socioeconómicos más bajos (estratos 1 y 2), por lo que estas familias pudieron enfrentar desafíos económicos significativos y tuvieron dificultades para acceder a recursos educativos adicionales. Las familias de Chinú solían ser grandes, donde los abuelos, los padres, los hijos y otros parientes a menudo compartieron una fuerte relación y pudieron vivir en comunidades cercanas, aunque en muchos casos fueron familias disfuncionales, ya que la mayoría de los niños vivieron sin su papá y su mamá, presentándose situaciones donde algunos niños debieron trabajar para buscar su comida y subsistir, mientras que otros vivieron con abuelos o tíos debido a que sus padres, por factores económicos y personales, no vivieron con ellos.

El municipio de Chinú cuenta con 14 instituciones educativas, siendo 4 urbanas y el resto rurales, con una población estudiantil aproximada de 8 mil estudiantes que fueron atendidos por 469 profesores durante el período en que se desarrolló esta investigación. En términos generales, los estudiantes presentaron una variedad de características personales, de pensamiento y de cultura, con estilos y ritmos de aprendizajes diversos que reflejaron la heterogeneidad sociocultural del municipio. Las instituciones no fueron modernas, las aulas solo estuvieron dotadas de sillas y tablero, algunas contaron con laboratorio pero en malas condiciones, sin agua, sin reactivos y con pocos materiales que no resultaron aptos para desarrollar clases dinámicas de tipo experimental, por lo que los docentes recurrieron frecuentemente a materiales artesanales y caseros, manifestando realizar un máximo de tres o cuatro actividades experimentales por año, o ninguna en algunos casos.

**Informantes Clave**

En la investigación de corte cualitativo, se espera que las unidades de observación se den con base en criterios de intencionalidad, según lo plantea Martínez (2006) al referirse a la selección de participantes en los estudios cualitativos. Con esta premisa metodológica, se consideraron como informantes clave a los maestros de química de las diferentes instituciones educativas del municipio, tanto rurales como urbanas, específicamente del área de ciencias naturales química, instituciones que en total sumaron 14 en el municipio de Chinú. Considerando el razonamiento expuesto por Taylor y Bogdan (1998), el número de instancias a examinar es de poca importancia, lo que realmente importa es el potencial de cada instancia para ayudar al investigador en la construcción de entendimientos teóricos del dominio de la vida social en estudio.

Para el caso concreto del estudio, se seleccionaron 4 instituciones del municipio, cada institución con su respectivo informante clave, lo que permitió obtener una visión comprehensiva del fenómeno estudiado desde diferentes contextos institucionales. Taylor y Bogdan (1998) enfatizan que lo verdaderamente relevante en la investigación cualitativa es el potencial comprensivo de cada caso que se selecciona. Una vez que se tuvo esta información, se procedió a seleccionar a los informantes clave considerando los siguientes criterios

específicos que garantizaron la pertinencia de los participantes: en primer lugar, que desempeñaran su labor en el nivel de educación media; en segundo lugar, que tuvieran nombramiento en propiedad (fijo) bajo los Decretos 1278 o 2277; en tercer lugar, que poseyeran formación disciplinar en el área de la química; y en cuarto lugar, que manifestaran interés genuino en participar en la investigación sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos.

La configuración de informantes permitió capturar la diversidad de experiencias docentes en la enseñanza de la química en el nivel de educación media, facilitando el análisis detallado de cada caso particular y la identificación de patrones significativos en las concepciones epistemológicas que fueron expresadas y en los lenguajes químicos que fueron utilizados. Martínez (2006) sostiene que la selección intencional de informantes debe basarse en criterios que garanticen la riqueza informativa del estudio. Los criterios de selección que se establecieron garantizaron que los maestros participantes poseyeran el conocimiento experiencial y pedagógico necesario para aportar comprensiones significativas sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que fueron empleados en sus prácticas pedagógicas cotidianas que se desarrollaron en las instituciones educativas del municipio de Chinú.

Los informantes que se seleccionaron constituyeron maestros con amplia experiencia en la enseñanza de la química en las instituciones públicas del municipio, con diferentes niveles de formación académica que incluyeron desde licenciaturas hasta posgrados en el área de la educación. Taylor y Bogdan (1998) señalan que cada caso debe aportar potencial significativo para el desarrollo de comprensiones teóricas. Esta diversidad en la formación y en la experiencia de los participantes enriqueció el proceso investigativo al permitir acceder a múltiples perspectivas sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los usos del lenguaje químico en los contextos educativos específicos del municipio cordobés, facilitando así la construcción de un modelo teórico comprehensivo y contextualizado.

**Tabla 6.**

Categorización de los informantes claves

| Código | Funciones | Descripciones |
|---|---|---|
| **P1** | Docente de ciencias naturales química | Docente con más de 20 años de experiencia en la enseñanza de la química en las instituciones públicas de Colombia con maestría en educación en la línea de investigación en enseñanza de las ciencias |
| **P2** | Docente de ciencias naturales química | Docente licenciado en química y biología que se desempeñó en las dos asignaturas desde la básica hasta la media |
| **P3** | Docente de ciencias naturales química | Docente en educación con énfasis en química y biología con más de 15 años de experiencia en la asignatura química |
| **P4** | Docente de ciencias naturales química | químico puro, magister en educación con 16 años de experiencia docente en la enseñanza de la química con experiencia en educación media |

Nota: Los códigos P1, P2, P3 y P4 se refieren a los maestros participantes. Se utilizaron estos códigos con la finalidad de respetar la confidencialidad de los actores. Fuente: Elaboración propia

**Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información**

Sobre las bases de las ideas expuestas anteriormente, la técnica más apropiada para este estudio fue la entrevista en profundidad, la cual permitió acceder a las experiencias vividas y a las comprensiones construidas por los maestros de química sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos empleados en sus prácticas de enseñanza. Según Taylor, Bogdan (1987), Scribano (2007) y Sordini (2018), las entrevistas a fondo se definen como conversaciones cara a cara que buscan capturar el punto de vista del informante, quien habla y reflexiona sobre su vida y sus experiencias. No es un intercambio formal de preguntas y respuestas, sino un diálogo fluido para conocer, entender y reflexionar acerca de las experiencias de otras personas en relación con situaciones contextuales específicas.

Para la aplicación de esta técnica, se prepararon con antelación los escenarios apropiados en las instituciones educativas, se seleccionaron cuidadosamente a los informantes según los criterios que se establecieron previamente, se elaboró un guion con preguntas semiestructuradas que facilitaron el diálogo abierto y genuino, se respetaron todos los acuerdos que se establecieron con los participantes y se mantuvo la confidencialidad de los maestros participantes para obtener información clara y profunda que resultó necesaria para el estudio. Taylor y Bogdan (1987), Scribano (2007) y Sordini (2018) enfatizan que la entrevista en

profundidad debe ser un diálogo fluido que permita comprender las experiencias desde las propias palabras de los participantes. Este proceso cuidadoso garantizó que las voces auténticas de los maestros de química emergieran con claridad, permitiendo acceder a sus concepciones epistemológicas sobre las ciencias y a los significados que atribuyeron a los lenguajes químicos que fueron empleados en sus prácticas pedagógicas cotidianas en las instituciones educativas del municipio de Chinú.

### Técnicas de Recolección de Información

El principal método de recolección de la información fue la entrevista en profundidad, que creó la oportunidad para un diálogo fluido y genuino con los maestros participantes con el fin de entender sus experiencias, puntos de vista y reflexiones sobre la enseñanza de la química. Taylor y Bogdan (1987), Scribano (2007) y Sordini (2018) coinciden en que este método es particularmente adecuado para estudios cualitativos que intentan comprender fenómenos desde los puntos de vista de los actores sociales. La entrevista en profundidad no solo proporcionó información sobre las ideas y percepciones explícitas de los participantes sobre las concepciones epistemológicas de la ciencia, sino también las construcciones de significado que involucraron sus experiencias pedagógicas, capturando así las dimensiones ocultas del conocimiento pedagógico respecto al uso del lenguaje químico en la enseñanza.

#### Entrevista en profundidad

La estrategia principal para la recolección de datos fue la entrevista en profundidad, que consiste en la relación de uno a uno del investigador con cada informante, centrada en la obtención de sus perspectivas sobre la experiencia que han tenido como docentes de la química. Taylor y Bogdan (1987), Scribano (2007) y Sordini (2018), caracterizan esta estrategia como un acercamiento que facilita el conocimiento, la comprensión y la reflexión sobre el fenómeno de la vida de otros. No fue un simple proceso de preguntas y respuestas, sino un intercambio donde los docentes pudieron comunicar sus ideas, sus experiencias y sus reflexiones sobre la epistemología de las ciencias y los discursos químicos.

Para la implementación de esta técnica, se prepararon con antelación los escenarios adecuados en las instituciones educativas donde laboran los docentes, se seleccionaron

cuidadosamente a los informantes según los criterios que se establecieron previamente, se elaboró un guion con preguntas semiestructuradas que orientaron el diálogo sin restringirlo de manera rígida, se respetaron todos los acuerdos que se establecieron con los participantes y se mantuvo estrictamente la confidencialidad de los maestros para crear un ambiente de confianza que facilitara la obtención de información clara y profunda que resultó necesaria para el estudio. Taylor y Bogdan (1987), Scribano (2007) y Sordini (2018) enfatizan la importancia de crear las condiciones apropiadas para que emerjan las experiencias auténticas de los participantes. Este proceso cuidadoso garantizó que las entrevistas produjeran información rica y significativa sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que fueron empleados por los maestros de química en el nivel de educación media del municipio de Chinú.

El guion de entrevista se organizó en cuatro dimensiones temáticas que orientaron el diálogo desde lo general hacia lo específico. La primera dimensión indagó por las naturaleza de las ciencias con preguntas como *¿qué son para usted las ciencias y cómo se construye el conocimiento científico en el aula?* y *¿cómo concibe la relación entre observación, hipótesis, teorías y leyes?* La segunda exploró los lenguajes químicos con *¿qué tipos de lenguajes utiliza para explicarles a los estudiantes?* y *¿cómo aborda en el aula la realidad macroscópica y submicroscópica?*

La tercera dimensión articuló epistemología y práctica pedagógica mediante la pregunta *¿considera que sus concepciones sobre las ciencias influyen en cómo enseña la química y de qué manera?*, mientras que la cuarta exploró el modelo ideal a través de *¿si pudiera diseñar un nuevo modelo de enseñanza de la química qué aspectos consideraría fundamentales?* En este sentido, Scribano (2007) señala que en la entrevista en profundidad el investigador debe mantener apertura para reformular o ampliar las preguntas según el curso natural del diálogo sin perder de vista los propósitos investigativos centrales.

Aunque el guion constituyó el referente orientador, su aplicación no fue rígida ni uniforme para todos los participantes, pues la naturaleza semiestructurada de la entrevista permitió seguir los hilos temáticos que emergieran espontáneamente según el perfil de cada docente. Adicionalmente, todos los participantes desarrollaron una situación disciplinar con

disoluciones de sulfato de sodio y cloruro de bario, que permitió observar cómo cada informante articulaba los tres niveles de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico al explicar un fenómeno concreto, complementando el diálogo verbal con evidencia sobre sus usos reales de los lenguajes químicos.

La entrevista en profundidad permitió documentar no solamente las percepciones explícitas que fueron declaradas por los participantes sobre sus concepciones epistemológicas de las ciencias, sino también los significados implícitos y las reflexiones experienciales que subyacieron a sus prácticas pedagógicas cotidianas. Taylor y Bogdan (1987), Scribano (2007) y Sordini (2018) señalan que esta técnica facilita el acceso a las dimensiones profundas de la experiencia humana. La implementación requirió del investigador una actitud de escucha activa, una apertura genuina a las perspectivas de los participantes y una disposición para seguir los hilos narrativos que emergieron durante los diálogos, permitiendo así que los maestros expresaran libremente sus comprensiones sobre la naturaleza de las ciencias químicas, los significados que atribuyeron a los diversos lenguajes disciplinares y las formas en que estas concepciones se materializaron en sus prácticas pedagógicas que se desarrollaron en las instituciones educativas del municipio cordobés.

### Credibilidad y Fiabilidad de la Investigación

En la investigación de corte cualitativo, la búsqueda del rigor científico vino dada por los criterios de credibilidad y fiabilidad que garantizaron la validez y la confiabilidad de los hallazgos que se obtuvieron durante el proceso investigativo. Para garantizar la credibilidad del estudio, se utilizaron diferentes estrategias metodológicas, tales como la triangulación de la información, el uso de múltiples fuentes de información y la utilización de diferentes técnicas de recolección y de análisis. Por ello, en este estudio, luego de que el investigador obtuvo la información mediante las entrevistas en profundidad, se realizó una triangulación sistemática entre los datos de las entrevistas de los diferentes participantes y la información de los autores teóricos que fueron consultados, a través de un proceso continuo de análisis para comprender el fenómeno en estudio desde múltiples perspectivas complementarias.

Martínez (2008) indica que la credibilidad de la información será necesario contrastarla, corroborarla o cruzarla con los datos de otros participantes, recogerla en tiempos diferentes, usar técnicas de triangulación y la combinación de diferentes métodos y fuentes de datos para garantizar su validez. Esta triangulación se sustentó específicamente en la participación de cuatro maestros de química de diferentes instituciones del municipio, en el uso combinado de la entrevista en profundidad y el análisis de contenido como técnicas complementarias, y en la contrastación teórica con el marco conceptual sobre lenguaje y epistemología de las ciencias que se desarrolló en los capítulos anteriores del estudio. Adicionalmente, se implementó la estrategia de verificación con los participantes, mediante la cual se compartieron las interpretaciones preliminares con los informantes clave para confirmar la precisión de las comprensiones que fueron desarrolladas por el investigador.

En cuanto a la fiabilidad, en esta investigación se garantizó mediante un enfoque sistemático y transparente, una documentación detallada de los procedimientos metodológicos que se siguieron y la reflexión activa del investigador para darle consistencia y estabilidad a los hallazgos que se obtuvieron, lo cual garantizó el rigor científico en la investigación. Martínez (2011) sostiene que la fiabilidad permite al investigador percibir, profundizar, contrastar y comprender la realidad de manera natural en un contexto determinado, a partir de las vivencias de los participantes, por medio de análisis y reflexiones constantes por parte del investigador. Tanto la validez como la confiabilidad debieron abarcar una serie de actividades que estuvieron encaminadas a la triangulación, a la categorización, a la contrastación, a la estructuración y a la teorización, para lograr una sistematización lógica y rigurosa de la información que se recolectó sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que fueron empleados por los maestros de química en el nivel de educación media del municipio de Chinú, tal como lo establece Borjas (2020).

### Aspectos Éticos

La investigación se desarrolló siguiendo rigurosamente los principios éticos fundamentales que garantizaron el respeto a la dignidad, a los derechos y al bienestar de todos los participantes, implementando protocolos específicos que consideraron las particularidades

de trabajar con maestros de química en los contextos educativos del municipio de Chinú. El proceso de consentimiento informado constituyó el fundamento ético del estudio, incluyendo la explicación detallada y comprensible de los propósitos de la investigación, los procedimientos que se seguirían durante el desarrollo del trabajo, los beneficios esperados tanto para los participantes como para las comunidades educativas, los posibles riesgos o molestias que pudieran derivarse de la participación, y los mecanismos que se establecieron para proteger la confidencialidad y la privacidad de la información que fue compartida durante el desarrollo del estudio sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos.

Se garantizó explícitamente el derecho de todos los participantes a retirarse del estudio en cualquier momento sin consecuencias negativas de ningún tipo y sin necesidad de justificar su decisión, respetando plenamente su autonomía y su voluntad en el proceso investigativo. El manejo de la información siguió estrictos protocolos de confidencialidad, utilizando códigos (P1, P2, P3, P4) para identificar a los participantes en lugar de sus nombres reales, almacenando la información en dispositivos seguros con acceso restringido, y garantizando que los datos solo fueran utilizados por el investigador principal para los fines específicos del estudio que se desarrolló sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos en el municipio de Chinú. La codificación de los informantes permitió respetar la confidencialidad de los actores, tal como se estableció en la tabla de categorización de informantes claves que se presentó anteriormente.

Los principios éticos de beneficencia y de no maleficencia guiaron todas las decisiones metodológicas que se tomaron durante el desarrollo del estudio, asegurando que la investigación generara beneficios para las comunidades educativas participantes sin causar daños o perjuicios a ningún participante del municipio. El principio de justicia se aplicó en la selección equitativa de los participantes, evitando cualquier forma de discriminación y garantizando que la participación fuera voluntaria y basada únicamente en los criterios metodológicos que se establecieron para el estudio, asegurando que todos los maestros de química que cumplieron con los criterios tuvieran iguales oportunidades de participar, sin

distinción de género, edad o condición socioeconómica en las instituciones educativas del municipio estudiado.

Se implementó un proceso de devolución de resultados a las comunidades educativas participantes, presentando los hallazgos de una manera comprensible y útil para mejorar sus prácticas educativas, cumpliendo así con el compromiso de reciprocidad ética hacia las comunidades que facilitaron el desarrollo de la investigación. Los resultados fueron compartidos mediante encuentros presenciales con los maestros participantes y con las directivas institucionales, garantizando que las comunidades educativas del municipio de Chinú pudieran beneficiarse directamente de los hallazgos y del modelo teórico que se construyó sobre la enseñanza de la química, basado en el lenguaje y la epistemología de las ciencias en el nivel de educación media. Este proceso de devolución de resultados reconoció la contribución fundamental de los participantes al conocimiento que se construyó durante el proceso investigativo que se desarrolló en el municipio cordobés.

### Limitaciones teóricas, metodológicas y prácticas

Las limitaciones de esta investigación doctoral se configuraron como características inherentes al diseño metodológico que se adoptó y a las condiciones contextuales específicas donde se desarrolló el estudio, sin constituir debilidades que comprometieran la fiabilidad o la pertinencia de los hallazgos que se obtuvieron sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos. Estas limitaciones se enmarcaron en los parámetros esperables para una investigación hermenéutica de alcance doctoral que privilegió la comprensión profunda y contextualizada por encima de la generalización estadística, reconociendo que cada modalidad investigativa presenta características distintivas que definen sus alcances y sus posibilidades específicas en el contexto del municipio de Chinú, departamento de Córdoba, Colombia.

En el ámbito teórico, la investigación se concentró en la articulación entre el método fenomenológico hermenéutico de Gadamer y los fundamentos sobre el lenguaje y la epistemología de las ciencias como los marcos conceptuales principales para la comprensión de

la enseñanza de la química en el nivel de educación media. Esta concentración teórica específica constituyó una decisión metodológica fundamentada que permitió desarrollar un análisis interpretativo coherente y profundo, aunque implicó que otros enfoques teóricos que son igualmente válidos para el análisis de la enseñanza de la química no fueran incorporados de manera central en el estudio que se desarrolló en el municipio cordobés, lo que limitó así las perspectivas teóricas desde las cuales se abordó el fenómeno educativo que se investigó sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos en las aulas de química.

La naturaleza interpretativa de la investigación implicó que los hallazgos estuvieran mediados por las precomprensiones del investigador y por las características específicas de los contextos que se estudiaron, lo cual constituyó una condición inherente al método fenomenológico hermenéutico de Gadamer que se reconoció como un elemento constitutivo del proceso comprensivo, antes que como una limitación que debiera superarse. Esta mediación interpretativa, lejos de constituir una debilidad metodológica, representó la aplicación consecuente de los principios hermenéuticos que reconocieron la situación histórica y cultural del investigador como una condición de posibilidad para toda comprensión auténtica que se desarrolló sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que fueron empleados por los maestros de química en el municipio de Chinú.

En el ámbito metodológico, el diseño de campo hermenéutico que se adoptó privilegió la comprensión profunda y contextualizada sobre otros objetivos investigativos, tales como la generalización estadística o la replicabilidad experimental, lo cual constituyó una decisión metodológica que respondió coherentemente al paradigma interpretativo que se asumió y a los propósitos específicos de la investigación. Hurtado (2010) sostiene que el diseño de campo permite acceder a las dinámicas reales del fenómeno en sus contextos naturales de ocurrencia. Esta característica metodológica no constituyó una limitación en el sentido restrictivo del término, sino una especificidad que definió la naturaleza y los alcances de los conocimientos que se construyeron mediante la aplicación del método fenomenológico hermenéutico de Gadamer sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos que

fueron empleados por los maestros de química en el nivel de educación media del municipio de Chinú.

El número de informantes clave, conformado por cuatro maestros de química de diferentes instituciones educativas del municipio, respondió a los criterios de saturación teórica que son propios de la investigación hermenéutica y permitió desarrollar comprensiones profundas sobre las experiencias específicas de estos contextos educativos cordobeses. Taylor y Bogdan (1998) expresan que en la investigación de corte cualitativo, el número de casos a estudiar carece relativamente de importancia, siendo lo verdaderamente importante el potencial de cada caso para ayudar al investigador en el desarrollo de comprensiones teóricas sobre el área que se estudia. La transferibilidad de los hallazgos a otros contextos con características diferentes constituyó una consideración importante que debió ser evaluada cuidadosamente por los investigadores y los educadores que pretendieran aplicar las comprensiones que se desarrollaron en escenarios distintos a los que se estudiaron en el departamento de Córdoba, reconociendo las particularidades contextuales que mediaron el fenómeno que se investigó.

En el ámbito práctico, las condiciones de acceso a las instituciones educativas del municipio de Chinú, especialmente durante las épocas de lluvia o las condiciones climáticas adversas que caracterizaron esta región geográfica del departamento de Córdoba, constituyeron condiciones contextuales que requirieron flexibilidad en la planificación del trabajo de campo sin comprometer la sistematicidad metodológica que se requería para el rigor científico del estudio.

Las dinámicas propias del calendario escolar y las interrupciones ocasionales por las actividades institucionales o comunitarias constituyeron factores externos que requirieron flexibilidad en la implementación del cronograma de actividades, adaptaciones que enriquecieron la comprensión del contexto sociocultural donde se desenvolvieron las experiencias educativas que se estudiaron sobre la enseñanza de la química en el nivel de educación media del municipio cordobés. Estas condiciones contextuales específicas debieron considerarse al momento de valorar los alcances y la transferibilidad de los hallazgos que se

obtuvieron sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos a otros contextos educativos con características diferentes.

## MOMENTO IV

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Este momento expone de manera organizada los hallazgos de la investigación para su análisis e interpretación mediante el método hermenéutico de Gadamer, aplicando las seis etapas establecidas en la metodología. En relación con el primer objetivo específico, orientado a develar los fundamentos teóricos que emergen de los docentes sobre la utilización de los lenguajes químicos y las concepciones epistemológicas de las ciencias, los hallazgos evidenciaron que los docentes reconocen la naturaleza abstracta y multirepresentacional de la química como factor central de incomprensión estudiantil.

La interpretación se construyó progresivamente mediante movimientos circulares entre las evidencias empíricas documentadas y los marcos conceptuales que fundamentaron la comprensión del fenómeno de las dificultades en la enseñanza de la química en el municipio de Chinú, departamento de Córdoba. Los hallazgos respondieron a los tres propósitos específicos establecidos y se discutieron contrastándolos con referentes teóricos pertinentes, especialmente los aportes sobre lenguajes químicos y concepciones epistemológicas de las ciencias que orientaron comprensivamente todo el proceso investigativo desarrollado.

El análisis se fundamentó en la información recolectada mediante entrevistas en profundidad aplicadas a los informantes clave durante el desarrollo del trabajo de campo en las instituciones educativas públicas del municipio. La interpretación hermenéutica permitió transitar desde las precomprensiones iniciales hasta la construcción de un modelo teórico contextualizado que reconoció tanto las limitaciones comunicativas derivadas del uso de lenguajes químicos como las concepciones epistemológicas tradicionales presentes en estos

escenarios educativos específicos, configurando así una comprensión más completa y matizada del fenómeno estudiado sobre la enseñanza de la química en educación media del municipio cordobés.

**Etapa 1: Establecer preconceptos (prejuicios y presupuestos teóricos)**

La precomprensión constituyó el punto de partida del proceso interpretativo, donde se explicitaron conscientemente los prejuicios que el investigador portaba al abordar el fenómeno de estudio. Estas precomprensiones no constituían obstáculos sino condiciones necesarias para la comprensión, representando el horizonte inicial desde el cual se aproximó al fenómeno investigado. El investigador inició reconociendo su experiencia previa como docente de química con más de quince años en instituciones educativas colombianas, situación que mediaba inevitablemente las expectativas interpretativas sobre las dificultades de comprensión de la química que experimentan los estudiantes en las aulas del municipio de Chinú, departamento de Córdoba.

Las precomprensiones iniciales anticipaban encontrar predominantemente problemas de comunicación empleados por los docentes, especialmente relacionados con los tipos de lenguaje utilizados en las explicaciones que se dan en una clase de química. Se proyectaba que los docentes utilizan un lenguaje abstracto y complejo con ambigüedad, forjando apatía y desinterés por aprender en los estudiantes. A esto se anexaba la anticipación de que posiblemente los docentes están enseñando la química desde un solo nivel ontológico, totalmente simbólico, sin articulación con los niveles macroscópico y submicroscópico propuestos por Johnstone (1991, 2000) en su modelo representacional ampliamente reconocido en la didáctica de las ciencias químicas.

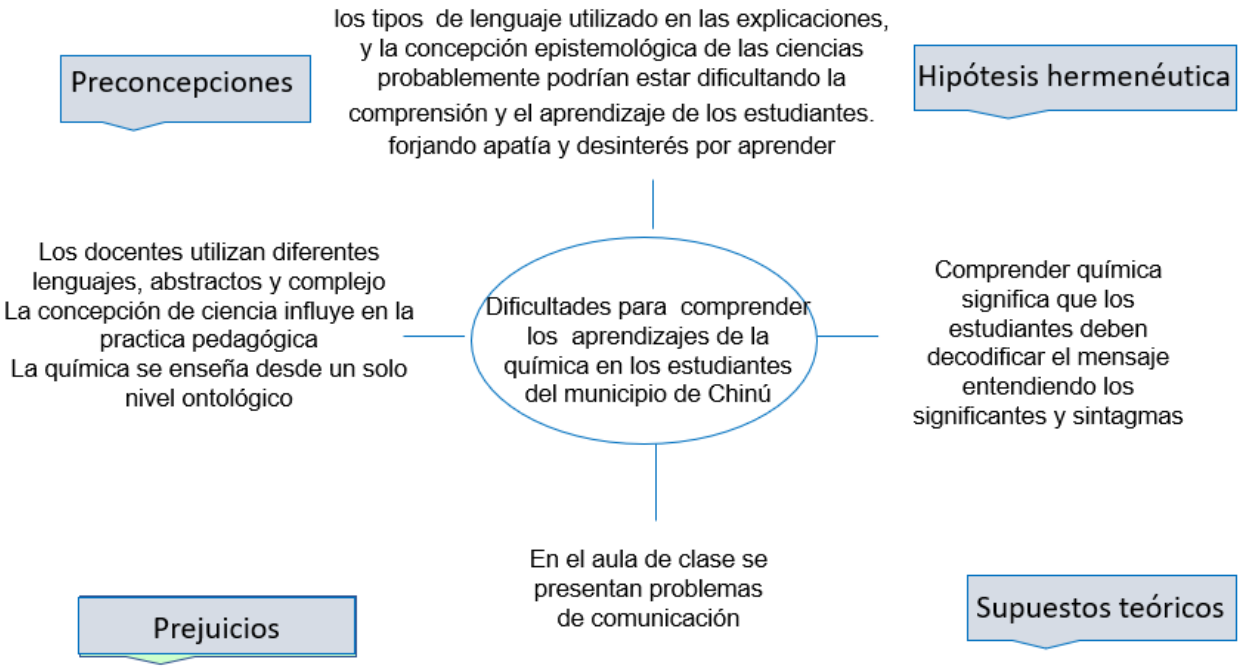
La segunda precomprensión inicial se relacionaba con las concepciones epistemológicas tradicionales de las ciencias que podrían estar influyendo en la forma de enseñanza de la química. Se anticipaban métodos mecánicos, rutinarios y recetistas sobre la construcción del conocimiento científico que limitarían la participación de los estudiantes en los procesos de construcción del saber químico. Estas precomprensiones se fundamentaban en caracterizaciones sobre enseñanza de química que enfatizaban las carencias comunicativas y las visiones positivistas sin reconocer suficientemente las capacidades reflexivas presentes en los

docentes del contexto educativo colombiano y específicamente del municipio cordobés estudiado.

La explicitación de estas precomprensiones resultó fundamental para el proceso hermenéutico posterior, permitiendo someterlas al diálogo con las evidencias empíricas y transformarlas cuando los hallazgos las cuestionaran. Esta apertura a la transformación de las comprensiones iniciales diferenció el método hermenéutico aplicado de aproximaciones positivistas que privilegian la verificación sobre la comprensión profunda. Esta conciencia de los propios prejuicios permitió someterlos al diálogo interpretativo con el fenómeno, reconociendo que toda comprensión auténtica implica necesariamente la transformación del que comprende mediante el encuentro genuino con las experiencias vividas de los participantes en sus contextos educativos naturales del municipio.

**Figura 2.**

*Prejuicios del investigador sobre el fenómeno de estudio*




Fuente: Elaboración propia, 2025

**Etapa 2: Sacar las unidades de sentido, horizonte del autor de los textos - análisis formal**

Este segundo momento hizo referencia a la lógica de lo narrado por los informantes, donde el investigador aprehendió el corpus narrativo, internalizando los textos y extrayendo las unidades de análisis o de sentido más significativas para el estudio. En esta etapa emergieron conceptos y categorías que le dieron sentido a la investigación mediante un proceso de organización categorial del texto. El análisis formal permitió identificar los horizontes interpretativos de los participantes sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos empleados en sus prácticas de enseñanza cotidianas desarrolladas en las instituciones educativas públicas del municipio de Chinú.

La recolección de información se llevó a cabo mediante entrevistas en profundidad aplicadas a cuatro docentes de química en ejercicio con amplia experiencia en educación media del municipio. Los informantes clave estuvieron constituidos por maestros que desempeñaban su labor profesional en diferentes instituciones educativas públicas, con formación académica que incluía desde licenciaturas hasta posgrados en el área de educación. Esta configuración permitió obtener perspectivas complementarias sobre el fenómeno desde actores centrales que vivenciaban directamente los procesos de enseñanza de la química, facilitando así la comprensión integral de las concepciones epistemológicas y los usos de lenguajes químicos en estos contextos educativos específicos del departamento cordobés.

**Tabla 6.**

*Categorización de los informantes claves*

| Código | Funciones | Descripciones |
|---|---|---|
| **P1** | Docente de ciencias naturales química | Docente con más de 20 años de experiencia en la enseñanza de la química en las instituciones públicas de Colombia con maestría en educación en la línea de investigación en enseñanza de las ciencias |
| **P2** | Docente de ciencias naturales química | Docente licenciado en química y biología que se desempeñó en las dos asignaturas desde la básica hasta la media |
| **P3** | Docente de ciencias naturales química | Docente en educación con énfasis en química y biología con más de 15 años de experiencia en la asignatura química |
| **P4** | Docente de ciencias naturales química | Docente de química pura, magister en educación con 16 años de experiencia docente en la enseñanza de la química con experiencia en educación media |

*Nota: Los códigos P1, P2, P3 y P4 se refieren a los maestros participantes. Se utilizaron estos códigos con la finalidad de respetar la confidencialidad de los actores. Fuente: Elaboración propia*

Después de un análisis cuidadoso y meticuloso de lectura y relectura de los textos de las entrevistas, se pudieron extraer categorías que correspondieron a las dificultades que expresaron los informantes clave sobre la comprensión de la química en los entornos escolares. Estas categorías se configuraron en un entramado conceptual donde confluyen factores epistemológicos de la química como la abstracción y el lenguaje, con factores pedagógicos donde la ausencia de estrategias pedagógicas aumenta la apatía y el desinterés estudiantil, junto con las disposiciones culturales presentes en el contexto educativo del municipio de Chinú.

**Tabla 7.**
*Categorización de la investigación*

| Problema | Categorías integradoras Fusión de horizontes | Categorías centrales hermenéuticas |
|---|---|---|
| Dificultades sobre la compresión de la química | Factores epistemológicos para mejorar la comprensión de la química. | Lenguaje abstracto de la química<br>Complejidad de los lenguajes químicos<br>Lenguaje técnico<br>Matematización de la química<br>Niveles de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico |
| | Las concepciones epistemológicas de las ciencias en la enseñanza de la química. | Concepción sobre las ciencias<br>Construcción del conocimiento científico escolar<br>Papel de la observación<br>Relación de la observación con la teoría<br>Experimentalidad científica<br>Concepciones sobre hipótesis, teorías, y leyes |
| | Factores pedagógicos relacionados con la forma en que enseñamos y comunicamos la información científica relacionada con la química. | Factores de comunicación:<br>Lenguaje verbal fragmentado<br>Lenguaje con vacilaciones |
| | | Factores pedagógicos:<br>Bases previas y dependencia del lenguaje matemático<br>Metodologías<br>Recursos pedagógicos<br>Apatía y desinterés estudiantil |

Fuente: Elaboración propia, 2025

**Etapa 3: Fusión de horizontes, el autor de los textos y del intérprete (análisis semántico)**

La fusión de horizontes constituyó el momento central donde el encuentro dialógico entre el horizonte de comprensión del investigador y los horizontes de los informantes clave generó un nuevo espacio comprensivo enriquecido. Este proceso se desarrolló mediante la aplicación de entrevistas en profundidad que facilitaron el diálogo hermenéutico, donde cada encuentro con los informantes representó una oportunidad para que las precomprensiones iniciales se confrontaran con las experiencias vividas documentadas. En esta etapa se develaron los significados a partir de la interpretación del investigador, la cual consistió en hacer una fusión entre las unidades de análisis de los textos y la interpretación que el investigador aportó respecto al contenido de los segmentos analizados.

En este momento del método hermenéutico, el investigador buscó relaciones, diferencias y semejanzas con otros textos expresados por los diferentes informantes, indagando sobre constantes y estructuras esenciales, generando una organización categorial del texto. Paralelamente con este proceso, se buscó una validación argumentativa mediante triangulación de fuentes con las ideas de teóricos que han estudiado el fenómeno, con la finalidad de ampliar el horizonte argumentativo sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes químicos utilizados en la enseñanza de la química en educación media del municipio estudiado.

**Factores epistemológicos para mejorar la comprensión de la química**

**Lenguaje abstracto de la química**

Epistemológicamente, la química se considera una disciplina abstracta y compleja, característica que emergió consistentemente en los discursos de los tres participantes como un eje central del problema de comprensión que enfrentan los estudiantes. Esta naturaleza abstracta se evidenció cuando los participantes expresaron sus percepciones sobre las dificultades. El participante P1 manifestó: "Pues te podría mencionar muchas razones, pienso, la primera. Una de ella es buena, que en la química se manejan muchos conceptos abstractos, Y que estos conceptos abstractos muchas veces deben estar, digamos anclados o deben estar,

deben tener una base para que el estudiante pueda comprenderlo" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

El participante P2 complementó esta perspectiva señalando: "Bueno, lo que más he observado, lo que más observo de que. eee Que hace que sea difícil aprender la química, es que. La química es una ciencia abstracta que necesita una serie de … pausa corta de conceptos que el estudiante se apropie de ellos. Hay mucha terminología. Que está relacionada con los conceptos básicos, el estudiante. Que se le hace difícil memorizarlo. Además de eso, hay una cantidad de fórmulas" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El participante P3 ratificó: "Bueno, yo diría que, de hecho, la química como que no es para el estudiante, no puede ser tan concreta, sino un poco abstracta. Y eso hace que se le dificulte" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

El participante P4 reforzó esta perspectiva desde su experiencia como químico en ejercicio: "si no la llevamos a momento práctico, a la práctica, la experiencia práctica, que uno le muestre realmente la química, si no hacemos eso, para ello es muy abstracta. Es algo que no pueden palpar, que no viven a diario, la química es algo de científicos, de investigadores y no de la gente del común" (P4, Entrevista, 2025). La convergencia de los cuatro participantes en reconocer la abstracción como barrera central evidenció un patrón cultural arraigado en el municipio. Desde la dimensión motivacional del modelo, esta problemática se aborda mediante la incorporación de situaciones cotidianas y contextualizadas que anclen los conceptos abstractos en experiencias concretas del entorno del estudiante, generando interés científico genuino y superando la percepción de la química como disciplina ajena a su realidad.

Con respecto al análisis formal de los comentarios, se pudo comprender que posiblemente había un factor lingüístico y comunicativo en la enseñanza de la química que estaría dificultando su comprensión, debido a que los textos presentaron un lenguaje fragmentado donde no se termina la oración ni el formato sintáctico para completar la idea. Expresiones como las del participante P3 "Bueno, yo diría que, de hecho," fueron recurrentes en los discursos de los maestros participantes. Al fusionar los horizontes entre el discurso de los maestros autores de los textos y el intérprete, se evidenció que estos se movían en el plano

semántico de que una de las razones fundamentales por las cuales se les hace difícil comprender la química a los estudiantes es su naturaleza abstracta.

Esta expresión epistemológica de las ciencias químicas derivó de las representaciones lingüísticas sobre la simbología química que se utiliza para representar términos y comunicar lo inobservable a nivel submicroscópico. En consonancia con estas expresiones, Williams (2021) en su investigación sobre representaciones usadas en libros de texto para la enseñanza del enlace químico, aborda la abstracción química como parte sustantiva del nivel simbólico que permite la formulación de representaciones y modelos en química para manejar la complejidad y comunicar conocimiento científico. El núcleo semántico que emergió de los segmentos analizados hizo referencia a que la química es una ciencia que utiliza palabras, terminologías y conceptos abstractos que no son tangibles para los estudiantes.

Esto se fundamentó cuando el participante P1 afirmó que en "la química se manejan muchos conceptos abstractos". A partir de estas expresiones sintácticas se pudo entender que la mayoría de los conceptos químicos utilizados por los maestros, como son el caso de los átomos y moléculas por citar algunos, no tienen significados contextuales y concretos en el estudiante. Parece ser que los maestros usan representaciones abstractas muy alejadas de la realidad inmediata, terminología comunicada sin sentido para el estudiante ya que no lo puede ver ni tocar, convirtiéndose en un problema inherente para comprender los conceptos abstractos de la química que se enseñan en las instituciones del municipio cordobés.

Esto se reflejó en la expresión del participante P1: "estos conceptos abstractos muchas veces deben estar, digamos, anclados o deben estar, deben tener una base para que el estudiante pueda comprenderlos" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Esto ameritó que los estudiantes tuvieran un referente o anclaje previo de manera concreta que permitiera relacionarlos para poderlos comprender adecuadamente. El segmento del autor del texto se relacionó con el enfoque que sostiene que los conceptos abstractos de la química, aunque no sean directamente sensoriales, requieren de experiencias previas concretas y observables que permitan estar anclados para entender su significado y se puedan comprender.

Para Manrique (2020), los conceptos abstractos se explican desde la experiencia mediante representaciones que se fundamentan desde objetos sensoriales y observables, que

luego se proyectan mediante un lenguaje figurado para buscar relaciones de comparación entre dos cosas que no están relacionadas, con el propósito de construir conceptos abstractos que permitan entender, comprender e interpretar las realidades y sus relaciones complejas. A nivel sociocultural, los comentarios reflejaron la creencia de la química como ciencia difícil de entender y comprender, concepción arraigada en el sentir colectivo de los profesores y estudiantes que participaron en el estudio desarrollado en el municipio de Chinú.

En resumidas cuentas, la confrontación de estas ideas en el escenario educativo ameritó comprender la química tal como lo expresa Nakamatsu (2012), como una ciencia que intenta explicar los fenómenos observables de la materia —propiedades macroscópicas— a partir de su estructura constituida por entidades submicroscópicas como partículas, átomos y moléculas. Así, a partir de objetos concretos, tangibles y visibles, la química crea conceptos y abstracciones y forma modelos que presentan una interpretación de la naturaleza para facilitar una visión coherente de la realidad química que se enseña en las aulas de educación media.

**Complejidad de los lenguajes químicos**

La química es un sistema dinámico que incluye interacciones entre varias variables, conceptos y lenguajes, tanto a nivel molecular como a nivel macroscópico. Esta interacción incluye varios componentes, modelos y procesos que están vinculados entre sí por diferentes disciplinas con el objetivo de entender los fenómenos químicos. Lo complejo no debe interpretarse como algo complicado o difícil, sino más bien como un sinónimo de integralidad, pensando en términos de redes, relaciones y dinámicas interdependientes. En este sentido, la complejidad de las ciencias químicas se constituyó como un elemento clave para entender las dificultades que enfrentan los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

El participante P1 expresó: "El concepto, de pronto un poco más complejo de abordar, es el tema de la estequiometria, que también es otro, otro, conocimiento que a veces es un poco complejo de, de, entender para los estudiantes y para nosotros como docentes, pues se convierte en un reto, en un desafío, buscar la mejor forma, la mejor estrategia para lograr que el estudiante comprenda" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). El participante P2 señaló: "Entonces son algún. Algunas veces se presentan ejercicios que son complejos que son. De

mucha concentración y el estudiante en estos momentos no se concentra" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

En función del análisis formal, se extrajo de los comentarios de los maestros participantes expresiones verbales que se repitieron dentro de la oración, titubeos, y se siguió presentando fragmentación del lenguaje verbal que caracterizó los discursos analizados. En el discurso de los autores de los textos se reconoció que la complejidad de la química estaba asociada tanto a los conceptos como a los ejercicios, estos últimos relacionados con operaciones matemáticas en la química y al razonamiento lógico requerido para su resolución. La expresión "De mucha concentración y el estudiante en estos momentos no se concentra" recayó exclusivamente en el estudiante como responsable de la dificultad.

Sin embargo, el participante P1 asumió un reto para enfrentar esa dificultad de comprensión buscando la mejor estrategia como docente para facilitar el aprendizaje de contenidos complejos. Al mirar otras aristas sobre el problema y su relación con la abstracción de la química, los segmentos analizados reflejaron la percepción cultural que se tiene de la química como una ciencia difícil, asociada a conceptos abstractos y complejos que requieren un lenguaje técnico con mediación pedagógica apropiada para poder cerrar las brechas entre lo simple y lo complejo, lo concreto y abstracto en los procesos de enseñanza desarrollados.

Esto se evidenció cuando el participante P1 expresó: "cuando ya estamos en grado 11, pues. La complejidad de las palabras y del léxico y de la exigencia que se les hace a los estudiantes es mucho mayor. Entonces, en lo posible trato de utilizar un lenguaje propio de las áreas" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). En este fragmento, la complejidad estuvo relacionada al lenguaje que utiliza el docente para enseñar la química, manifestando que "en lo posible trata de utilizar un lenguaje propio de las áreas". Dicho lenguaje debería estar relacionado con los niveles de la química propuestos por Johnstone (1991, 2000): el macroscópico, submicroscópico y simbólico que constituyen la base del modelo representacional.

La gran dificultad que se presentó en los docentes fue precisamente la movilidad entre estos niveles con sus respectivos lenguajes especializados. El participante P2 señaló: "ya uno puede diseñar un dibujito en el tablero, se ayuda uno, pero yo utilizo más el lenguaje verbal y

simbólico" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El participante P3 expresó: "indiscutiblemente utilizo un lenguaje verbal inicialmente. Pero la mayoría de las veces utilizo la simbología química y la parte matemática" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). El participante P1 reconoció: "soy consciente de que a veces utilizo un lenguaje. Muy abstracto. Que. ¿Quizás genera, Eeee Mucha dificultad en los estudiantes?" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

En contraste con esta tendencia, el participante P4 manifestó una estrategia de mediación lingüística más consciente: *"trato de manejar un lenguaje coloquial común a ellos para que entiendan, incluyéndole términos químicos para que vayan aumentando su vocabulario, que no tomen que en química siempre me van a hablar de una forma que no entienden"* (P4, Entrevista, 2025). Este planteamiento, aunque incipiente, apunta hacia lo que la dimensión comunicativa del modelo establece como componente de coherencia y codificación entre niveles: la necesidad de transitar progresivamente del lenguaje cotidiano al lenguaje técnico especializado, respetando los códigos y formatos sintácticos propios de cada sistema semiótico sin mezclarlos inadecuadamente, condición que los participantes P1, P2 y P3 no lograban satisfacer sistemáticamente en sus prácticas pedagógicas cotidianas.

Al comprender el cuerpo narrativo de los textos, se observó que el lenguaje utilizado se fundamentó en la representación simbólica mediante un lenguaje técnico de la química, mediado por símbolos y fórmulas, complementado con un lenguaje matemático muy abstracto, lo que posiblemente dificultó la comprensión de la química en los estudiantes. Estas evidencias estuvieron acordes con lo que manifiestan Galagovsky et al., (2014), en que la complejidad de la química está relacionada con los lenguajes químicos empleados por el docente al comunicar los temas en el aula de clase del contexto educativo estudiado.

La utilización de varios lenguajes sin una buena articulación y relación entre los niveles de la química podría ocasionar problemas de comunicación entre los docentes y estudiantes. El participante P1 dejó ver claramente esta situación: "Entonces. Digamos que, en forma general, utilizó varios lenguajes para la enseñanza de la química, pero a veces por ser demasiado técnico, demasiado abstracto, demasiado. Eee. Objetivo. Eh, no logro lo que realmente quisieran los estudiantes, sino que, todo lo contrario. Hay a veces hay mucha confusión. A veces

los estudiantes pues no logran tener claro el concepto que, Que le quiero transmitir o el concepto del cual quiero que ellos logren comprender" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

La frase ilustró que el docente de química utilizaba varios lenguajes y en vez de mejorar la comprensión de los conceptos, terminaba haciendo lo contrario, generando confusión en los estudiantes del municipio. Cabe resaltar que cada lenguaje tiene sus códigos, sus sintaxis y formatos sintácticos propios. Como establece Chomsky (1957), el lenguaje se formaliza a través de un conjunto de palabras que posteriormente van a dar origen a un conjunto de oraciones regidas por reglas sintácticas específicas. Posiblemente la mezcla de estos elementos sin una articulación apropiada es la que causó confusión y condujo a desarrollar una química compleja y abstracta difícil de comprender para los estudiantes del municipio.

Galagovsky (2009) sostiene que un posible origen de que los estudiantes no comprendan la química radicaría en problemas de comunicación del docente cuando utilizan diversos lenguajes en forma complementaria sin tener en cuenta su sintaxis, códigos y formatos sintácticos específicos. Numerosas investigaciones lo confirman, como las de Silva (2022) en su análisis del discurso docente en la enseñanza de química, donde identificó que los docentes emplean en promedio cuatro registros lingüísticos diferentes en una misma clase sin hacer explícitas las transiciones entre ellos. Galagovsky et al., (2014); Galagovsky y Bekerman (2009); Talanquer (2014, 2020) han documentado ampliamente estas problemáticas comunicativas.

Lemke (1997) define el lenguaje como un sistema que utiliza múltiples recursos y herramientas simbólicas que le permiten al ser humano construir significado sobre algo, requiriendo codificar y decodificar las palabras que forman parte del sistema de recursos comunicativos. Para Galagovsky et al., (2014), el discurso utilizado por los profesores de química está mediado por elementos retóricos del nivel simbólico articulados permanentemente al nivel macroscópico y submicroscópico. Estos elementos retóricos del nivel simbólico se materializan a través de diversos lenguajes que incluyen el verbal representado en explicaciones orales y escritas, el gráfico mediante dibujos y esquemas, el matemático expresado en ecuaciones y el de fórmulas químicas representado mediante simbología específica de la disciplina.

**La matematización de la química como dificultad de comprensión**

Los docentes participantes evidenciaron cómo matematizan la química a tal punto que la comprensión de los conceptos químicos se hace difícil para el estudiantado del municipio. El participante P3 manifestó: "Siempre le digo a mis estudiantes, que la mayoría de los temas que uno aborta en química están relacionados con la matemática, el estudiante debe saber matemáticas para comprender la química, por eso se les hace difícil, la mayoría no tienen las bases en matemática" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). El participante P4 confirmó esta tendencia al señalar: "al venir con vacíos en las matemáticas, y sabemos que muchos temas de química tienen como fundamento a veces las matemáticas, ahí también vemos que hay dificultad" (P4, Entrevista, 2025).

Sin embargo, el P4 aportó un matiz diferenciador respecto a los demás participantes al identificar la falta de secuencialidad como factor agravante: *"los temas no se dictan llevando una secuencia donde esto que entendí sigue este tema consecutivo... terminamos un tema y viene otro que de pronto no tenía mucho que ver con el anterior, la idea es que sea consecutivo, que el tema que vimos sea requisito para el que viene"* (P4, Entrevista, 2025). Desde la dimensión epistemo-didáctica del modelo, este hallazgo se articula con el componente de selección y organización del contenido químico, que establece la necesidad de diseñar secuencias donde cada contenido constituya prerrequisito coherente para el siguiente, evitando que la matematización mecánica opere en el vacío conceptual que genera la desarticulación temática.

El participante P2 señaló: "lógicamente ya sabemos que la química está relacionada mucho con las matemáticas, en las leyes de los gases. En estequiometria, hay que hacer cálculos, en las de disoluciones, en las concentraciones, todo eso tiene que ver con las matemáticas, y para que el estudiante entienda y comprenda hay que hacer cálculos matemáticos, como te dije utilizo todos los lenguajes, pero más que todo el verbal, el simbólico y matemático" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

El participante P1 expresó: "El estudiante en la actualidad, es muy dado a percibir el lenguaje matemático procedimental, es decir, los estudiantes son capaces a veces de hacer los procedimientos. Pero, procedimientos mecánicos, ellos a veces no, no, reflexiona sobre

realmente qué quiere decir, esa fórmula matemática" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). De los segmentos analizados se evidenció la fuerza que tienen las matemáticas en la enseñanza de la química, a tal punto que posiblemente la enseñanza de la química está más relacionada con las matemáticas que con las ciencias químicas mismas, olvidando por completo el significado y la comprensión del concepto químico subyacente.

Así lo dejó ver el comentario del participante P1 cuando expresó que los estudiantes realizan los procedimientos matemáticos de manera mecánica pero en realidad no "reflexiona sobre realmente qué quiere decir esa fórmula matemática". A esto se le puede llamar matematización de la química, cuando el estudiante realiza operaciones matemáticas sin un contexto o comprensión de lo que está haciendo conceptualmente. Si bien es cierto que las matemáticas y la química están muy relacionadas entre sí, no se debe olvidar los fundamentos conceptuales de la química y dedicarse solo a los procedimientos matemáticos descontextualizados de su significado químico profundo.

Investigaciones lo demuestran: Ye et al., (2024) señalan que al hacer un enfoque interdisciplinario y ofrecer un ciclo modelado matemático de los fenómenos químicos mejora la comprensión y solución de problemas. En sentido contrario, Pietrocola (2008) expresa que la manipulación matemática técnica sin ningún tipo de modelado puede actuar como obstáculo en el camino hacia la comprensión genuina. Por consiguiente, la respectiva modelación matemática a los fenómenos químicos ofrece una alternativa para entender y comprender la química de manera más significativa y menos mecánica en los procesos de enseñanza desarrollados en el municipio.

En el siguiente enunciado se evidenció cómo las matemáticas y su lenguaje juegan un papel protagónico en la enseñanza de las ciencias, más que la propia química misma. El participante P2 manifestó: "yo les digo que la química es prima hermana de la física y las matemáticas, yo les digo a ellos si ustedes no saben despejar por ejemplo una ecuación de estado o una ley combinada de los gases, ellos no saben despejar, tienen unas bases malas, no van a poder deducirla, si el estudiante no entiende la relación entre la masa y el volumen para el cálculo de la densidad también se le hace difícil" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

Del segmento anterior, haciendo el análisis formal, se interpretó cómo el docente participante utilizó un tono directo, marcado por enunciados "yo le digo", expresión que se repitió y le dio una fuerza de autoridad, como si lo que dice fuera la verdad absoluta, queriendo decir que si no saben matemáticas no van a comprender la química en absoluto. Semánticamente, el discurso del maestro dio a entender cómo el docente priorizó más la operabilidad matemática que el concepto químico. El lenguaje utilizado lo evidenció cuando expresó términos como "despejar formula", "relación masa-volumen", "hacer cálculos de densidad", lo que le dio más relevancia a las matemáticas que a los conceptos científicos relacionados con la química.

Esta matematización con su lenguaje abstracto podría ser causal de incomprensión por parte de algunos estudiantes cuando tratan de estudiar la química, ya que no le encuentran sentido o significado a los conceptos químicos que subyacen a las operaciones matemáticas. De la misma manera lo expresó el participante P3: "Siempre le digo a mis estudiantes, que la mayoría de los temas que uno aborta en química están relacionado con la matemática, el estudiante debe saber matemáticas para comprender la química, por eso se les hace difícil, la mayoría no tienen las bases en matemática" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

En este caso, se reafirmó lo expuesto anteriormente. Los docentes participantes expusieron que la matemática y sus lenguajes juegan un papel importante en la comprensión de la química. No obstante, el problema radicó en aplicar la operabilidad de las matemáticas como principio fundamental de la enseñanza de la química, dejando en un segundo plano los fundamentos conceptuales de la química que deberían ser prioritarios. Esto situó la problemática en un plano institucional y cultural, convirtiéndose en una dificultad estructural en la educación química del municipio y potencialmente del contexto colombiano más amplio según evidencian estudios nacionales sobre esta problemática pedagógica persistente.

**Las dimensiones del conocimiento químico.**

Al explorar un poco más la relación entre los lenguajes utilizados en química y su complejidad como factor de incomprensión, se hizo necesario analizar las dimensiones del conocimiento químico, las cuales se refieren a los niveles de la química (macroscópico, submicroscópico y simbólico) propuestos por Johnstone (1982, 1991, 1993, 2000) que hasta la

fecha todavía tienen vigencia en la enseñanza de la química. Al indagar por estos niveles en los maestros participantes, ellos expresaron perspectivas reveladoras. El participante P1 manifestó: "pues siendo realista en las aulas de clase uno. Bueno, como docente. Yo. Digamos que trabajo más el nivel macroscópico que el nivel microscópico, y bueno, también siendo realista, quizás este uno de los problemas que. Que nos conlleva que de pronto que. La, la, enseñanza de la química muchas veces no sea significativa, porque. Con el nivel macroscópico, muchas veces el estudiante no logra comprender realmente. ¿Qué ocurre? ¿Y por qué se dan ciertas situaciones o por qué se dan ciertos fenómenos químicos?" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

El participante P2 expresó: "A nivel submicroscópico es muy difícil, generalmente utilizo la estructura atómica como tal donde se muestran los niveles de energía" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El participante P3 señaló: "Bueno, ahí recordando lo microscópico más que todo cuando hablo del átomo, de los modelos atómicos" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). El participante P1 complementó: "aunque el nivel microscópico pues lo utilizo más que todo. Por ejemplo, en la enseñanza de, de los modelos atómicos cuando represento, pues, los átomos. Utilizando esfera cuando representó los protones, los neutrones, los electrones cuando enseño la parte de reacciones química" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

El participante P4 expresó una intención de abordar los niveles de forma ordenada: *"trato de respetar el orden de contenidos, cuando toca un tema macroscópico se toca, cuando toca microscópico, submicroscópico se tocan sí, trato de hacerle entender de una manera no tan abstracta la parte microscópica"* (P4, Entrevista, 2025). No obstante, al igual que los demás participantes, P4 no evidenció articulación sistemática entre los tres niveles sino un abordaje secuencial sin integración explícita. La convergencia de los cuatro participantes en este patrón confirma que la desarticulación entre niveles del conocimiento químico constituye una debilidad estructural del contexto educativo del municipio, lo que fundamenta directamente la inclusión en la dimensión epistemo-didáctica del modelo del componente de niveles de la química, macro-micro-simbólico como eje articulador de las secuencias didácticas, apoyado por las estrategias transversales de modelización molecular, macroscópica y simbólica.

Respecto al comentario del participante P1, se observó un tono formal, reflexivo, sin ambigüedades, claro y entendible, el cual se fundamentó en su sentir "yo, digamos que trabajo

más", aunque todavía siguió utilizando repeticiones como "la, la, la" y "de, de". En cuanto al participante P2 y P3, se evidenció un discurso fluido, claro y entendible. La interpretación formal, semántica y cultural de los textos llevó a interpretar que en las aulas de clase muy poco se trabaja el nivel submicroscópico, expresión generalizada por los tres participantes cuando se les preguntó sobre las dos realidades de la química (macroscópica y submicroscópica) en su enseñanza desarrollada en el municipio cordobés.

Las evidencias se pudieron observar en sus comentarios; utilizan el nivel submicroscópico solo cuando están explicando la "estructura atómica" o "modelos atómicos". Cabe recordar que en los segmentos anteriores, los participantes expresaban que utilizaban un lenguaje simbólico en sus clases, que se podría comprender como un nivel representacional de la química. Al triangular las dos evidencias, se pudo comprender que en las aulas de clase se enseña la química desde un nivel macroscópico y simbólico predominantemente, sin articulación sistemática con el nivel submicroscópico que resulta fundamental para la comprensión profunda de los fenómenos químicos.

Por otra parte, es importante resaltar la reflexión del comentario del participante P1 respecto al nivel macroscópico en la enseñanza de la química: "Con el nivel macroscópico, muchas veces el estudiante no logra comprender realmente. ¿Qué ocurre? ¿Y por qué se dan ciertas situaciones o por qué se dan ciertos fenómenos químicos?" Con esta expresión, el participante dio a entender que para lograr una buena comprensión de los fenómenos químicos, los docentes deben integrar en sus clases los tres niveles de representaciones: lo macro, lo submicro y lo simbólico. La utilización de uno o dos niveles resulta insuficiente para entender ciertos fenómenos y conocer la realidad de lo que realmente "ocurre" como lo expresó el participante P1.

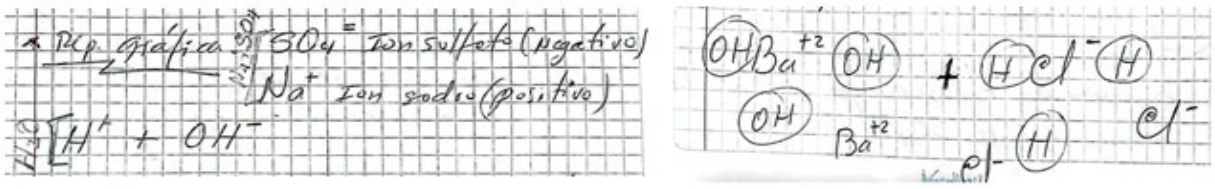
Para entender un poco más sobre estos niveles y sus lenguajes, se les pidió a los docentes que realizaran una situación disciplinar donde debían utilizar los niveles del conocimiento químico (macroscópico, submicroscópico y simbólico) y sus respectivos lenguajes. La situación disciplinar consistía en la preparación de dos tipos de soluciones: una con sulfato de sodio y otra con cloruro de bario. Cada participante debía explicar a nivel submicroscópico lo ocurrido en los diferentes vasos de precipitado, utilizando diferentes lenguajes y

representaciones para explicar el fenómeno, como si lo fuera a dar en una clase en el municipio.

Al analizar sus representaciones, se evidenció claramente amplio predominio del nivel simbólico y poco o prácticamente nulo el nivel submicroscópico. El lenguaje verbal que utilizaron fue claro sin ambigüedades, con expresiones técnicas y abstractas propias del lenguaje químico como "hidratación", "disolución", "iones", "insoluble", "precipita", "solvatación", pero sin ninguna conexión explícita con el nivel submicroscópico. Solo el participante P1 trató de hacer esa relación que será analizada posteriormente. Parece ser que por situaciones de tradición, cultura o herencias pedagógicas, tal como lo expresaron en sus discursos anteriores, el maestro participante trabajó más en las aulas de clase el lenguaje simbólico expresado por medio de símbolos y fórmulas que el lenguaje gráfico.

**Figura 3.**

*Representación simbólica y submicroscópica sobre las disoluciones químicas de sulfato de sodio y cloruro de bario*




Nota: Elaboracion del participante 2

Continuando con el análisis, se observó tanto en el lenguaje verbal como el lenguaje gráfico cómo los maestros participantes omitieron dentro de sus discursos y representaciones las interacciones intermoleculares como fuerzas de London, puentes de hidrógeno, entre otras, que se presentan entre los átomos y moléculas en las disoluciones, aumentando así la complejidad y la incomprensión en los estudiantes que intentan por primera vez entender el tema. De igual forma, en el lenguaje gráfico se evidenciaron sintagmas gráficos mal construidos que no correspondieron a los iconos químicos ni a los iconemas químicos propuestos por la comunidad científica y documentados por Galagovsky y Bekerman (2009).

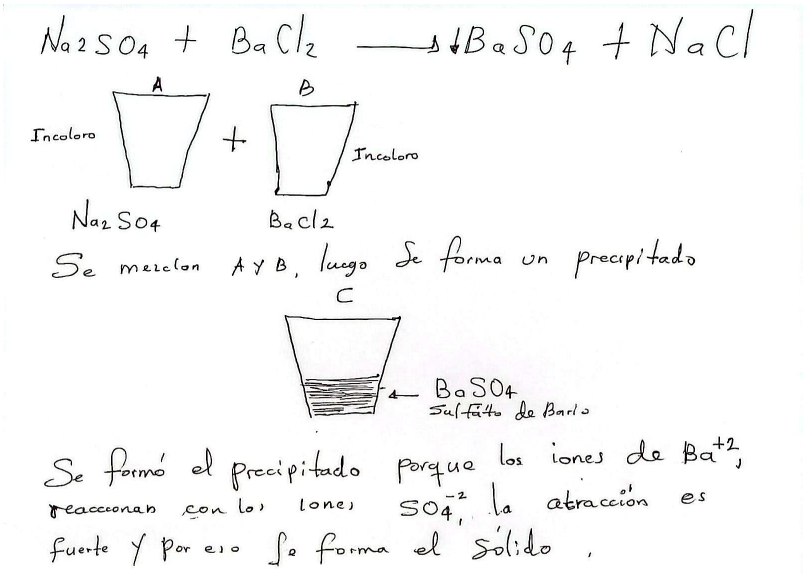
Esto generó lógicamente problemas de comunicación entre el docente como experto y estudiantes novatos, resultados que concordaron con investigaciones realizadas por Galagovsky

et al., (2009); Galagovsky y Bekerman (2009) sobre la complejidad de los lenguajes expertos como fuente de obstáculos epistemológicos en la comunicación entre docentes y estudiantes. En esta misma representación se vio claramente que el maestro participante trató de hacer una representación submicroscópica de las sustancias, pero terminó mezclando el formato sintáctico del lenguaje simbólico con el formato sintáctico del lenguaje gráfico que representa el nivel submicroscópico, lo que podría ocasionar en los estudiantes frustración e incomprensión por el aprendizaje.

Si bien es cierto que cada disciplina científica tiene su propio lenguaje con código y formatos sintácticos aceptados por la comunidad científica, los docentes trataron de hacer sus representaciones eruditas para facilitar el aprendizaje, pero en muchos casos en lugar de mejorar la comprensión provocaron errores conceptuales en los estudiantes. En su estudio sobre el lenguaje químico en la resolución de problemas sobre reactividad en química orgánica, Moreno (2020) documentó que, cuando los estudiantes usaron representaciones coherentes, el desarrollo del lenguaje químico, la comprensión conceptual y las diferentes estrategias de resolución de problemas empleadas, ayudaron a los estudiantes a analizar las afirmaciones y planificar la solución de manera más efectiva.

**Figura 4.**

*Representación simbólica y macroscópica sobre las disoluciones químicas de sulfato de sodio y cloruro de bario*




Nota: Elaboración participante 3 sobre la situación disciplinar

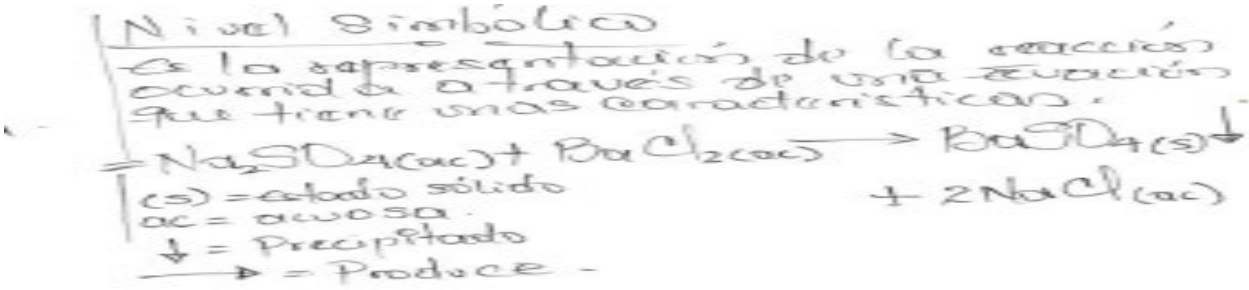
En la representación anterior se ratificó lo expresado por el participante en los discursos anteriores; su lenguaje más utilizado en la enseñanza de la química fue el lenguaje simbólico, lenguaje que hace parte del nivel simbólico propuesto por Johnstone (2000). Además, se mostró una clara evidencia del nivel macroscópico en sus imágenes concretas; la palabra "incoloro" demostró una observación de las soluciones A y B. De igual forma, en la imagen de la sustancia que llamó C, se observaron unas rayas horizontales dentro del vaso, lo que indicó que se trataba de un precipitado. Es evidente que estas representaciones fueron construidas por el docente para modelar y representar el fenómeno que se deseaba explicar, pero quedó faltando las representaciones submicroscópicas con sus lenguajes gráficos.

Estas representaciones submicroscópicas deberían mostrar de manera concreta las interacciones representadas por iconos e iconemas apropiados para que adquieran más significación conceptual de la realidad submicroscópica. Esta desarticulación entre los tres niveles podría generar dificultad de comprensión, ya que como lo expresó el participante P1, aumentaría la complejidad del fenómeno para los estudiantes, los cuales quedarían sin comprender realmente por qué ocurren dichos procesos químicos. Estas interpretaciones estuvieron en contraste con la investigación realizada por Montaña (2018), donde demostró que la articulación de los tres niveles representacionales de la enseñanza de la química en el concepto de cambio de la materia en básica secundaria ofrece un potencial pedagógico significativo.

Una propuesta más integradora sobre los tres niveles representacionales (macroscópica, simbólica y submicroscópica) para la enseñanza de la química la representó el participante P1 con la misma situación disciplinar. El participante P1 utilizó los tres tipos de representaciones, integrándolos de manera efectiva con sus respectivos lenguajes. En la utilización del nivel macroscópico se evidenciaron expresiones como "observamos la formación de un precipitado de color blanco que se deposita en el fondo", claramente dicha expresión se externalizó por la observación que se obtuvo por medio de los sentidos, que obedeció a recuerdos de experiencias de dicho fenómeno químico desarrollado en el contexto educativo del municipio.

**Figura 5.**

*Representación simbólica sobre la reacción química sulfato de sodio y cloruro de bario*

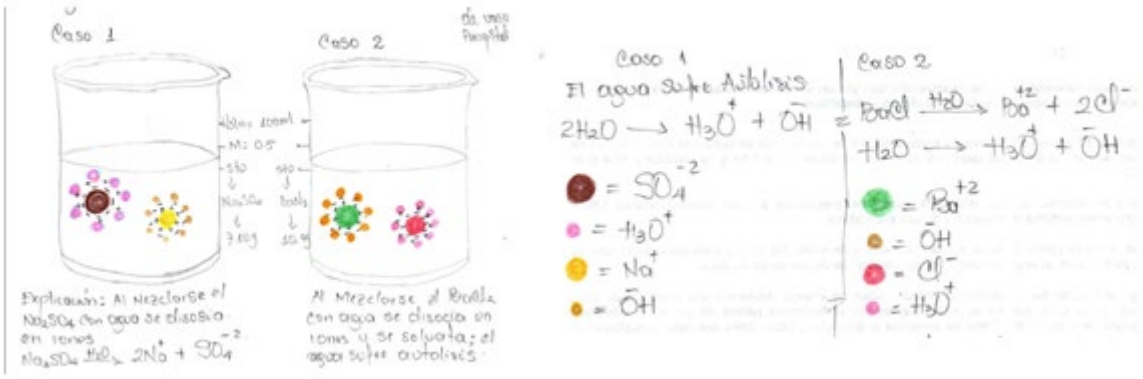



Nota: Elaboración del participante 1

Se pudo ver en la imagen un lenguaje abstracto propio de las ciencias químicas, donde se representó la reacción química del sulfato de sodio y el cloruro de bario con sus signos, códigos y formatos sintácticos del lenguaje simbólico específico. En las representaciones del nivel submicroscópico del participante P1 se pudo evidenciar un lenguaje gráfico con esferas que simbolizaron a los átomos de los elementos. La representación de una esfera para indicar el ion poliatómico de sulfato $SO_4^{-2}$ podría en cierto caso indicar al estudiante confusión en cuanto a las diferencias entre átomos y iones poliatómicos; el estudiante pensaría que estos iones se convierten en un solo átomo.

**Figura 6.**

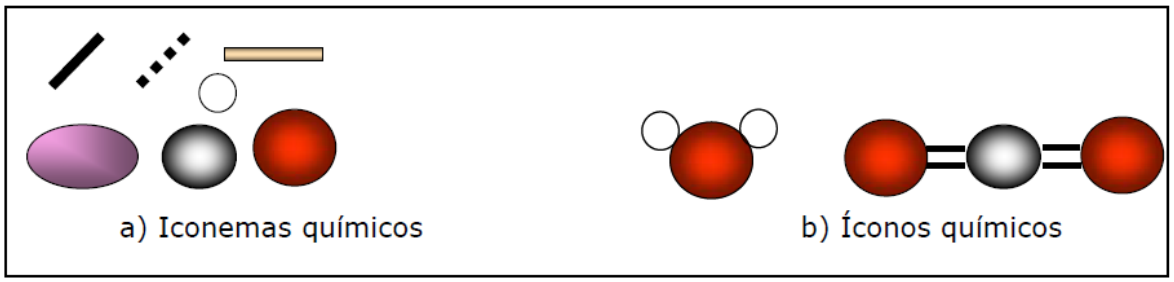
*Representación submicroscópica sobre las disoluciones químicas de sulfato de sodio y cloruro de bario*




Nota: Elaboración del participante 1

No obstante, en el nivel submicroscópico se pudo encontrar un posible error en el lenguaje gráfico en cuanto a las convenciones utilizadas para expresar las fuerzas intramoleculares, las cuales son llamadas por Galagovsky y Bekerman (2009b) como *"iconemas químicos"* e *"íconos químicos"*. Si bien es cierto que los signos "(+ y -)" indican interacciones entre los átomos, las fuerzas intramoleculares también tienen sus iconemas específicos establecidos por la comunidad científica. Muchas son las investigaciones realizadas que tratan este tema: Johnstone (2000); Gilbert y Treagust (2009); Ordenes et al. (2014); Matus et al. (2008); Nakamatsu (2012); Cutrera y Stipcich (2016); Toro y Ruiz (2024).

**Figura 7.**
*Adaptación de los términos iconemas e íconos del lenguaje gráfico a los conceptos de (a) iconemas químicos e íconos químicos (b) lenguaje gráfico de la química)*



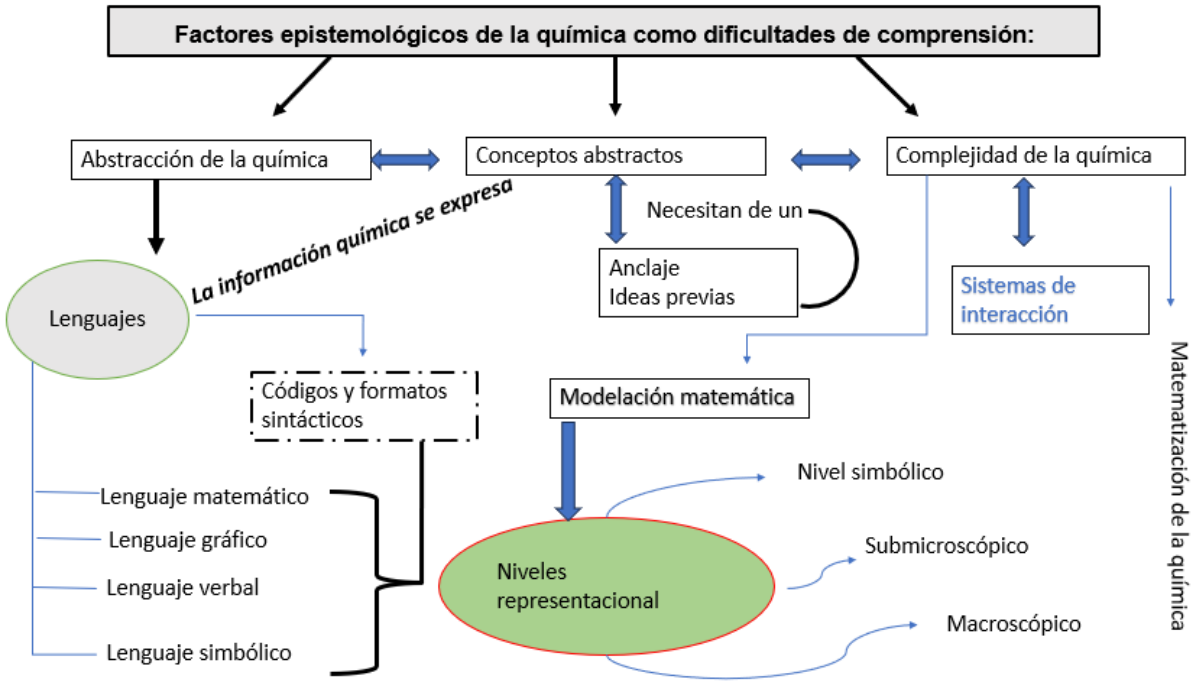

Fuente: Adaptación de los términos iconemas e iconos del lenguaje gráfico, a los conceptos de (a) iconemas químicos e iconos químicos (b) lenguaje grafico de la química por Galagovsky y Bekerman (2009b).

Estos autores han estudiado las dificultades que sustentan el empleo de estos niveles, las cuales se podrían señalar como la falta de articulación y movilidad dentro de los tres niveles, enseñanza donde prevalece el nivel simbólico, desconocimiento de los tres niveles en la enseñanza de la química, dificultad para representar el nivel submicroscópico, y falta de claridad sobre códigos y convenciones para representar los tres niveles. Estas investigaciones han sido útiles porque ofrecen un potencial pedagógico y didáctico en la enseñanza de la química para las futuras generaciones de docentes y estudiantes del contexto educativo colombiano y del municipio de Chinú.

El participante P4 aportó una perspectiva diferenciada sobre el trabajo con los niveles de la química al expresar: *"trato de respetar el orden de contenidos, cuando toca un tema*

*macroscópico se toca, cuando toca microscópico, submicroscópico se tocan, trato de hacerle entender de una manera no tan abstracta la parte microscópica*" (P4, Entrevista, 2025). Aunque P4 reconoce la existencia de los niveles y manifiesta intención de abordarlos ordenadamente, su discurso evidenció un abordaje secuencial sin articulación sistemática entre ellos, coincidiendo con el patrón identificado en los demás participantes. Esta convergencia de los cuatro docentes confirma que la desarticulación entre niveles representacionales constituye una debilidad estructural del contexto educativo del municipio, lo que fundamenta directamente el componente de niveles de representación macro-micro-simbólico de la dimensión epistemo-didáctica del modelo, apoyado por la estrategia transversal de modelización molecular, macroscópica y simbólica.

**Figura 8.**
*Red conceptual o categorial del texto*




Fuente: Elaboración propia

**Las concepciones epistemológicas de las ciencias en la enseñanza de la química**

En cuanto a las concepciones sobre la epistemología de las ciencias, es necesario tener en cuenta los aportes de Flores et al., (2013) quienes consideran que estas se fundamentan en ideas, creencias, juicios o reflexiones acerca del conocimiento científico. Las cuales actúan como filtro epistemológico para la enseñanza de las ciencias que operan desde marcos implícitos no reflexionados, la cual se consideró como uno de los principales hallazgos críticos de esta investigación, tal como lo ilustra la figura 9

**Figura 9.**
*El docente como filtro de la enseñanza.*




Nota: elaboración propia mediante inteligencia artificial generativa. (Notebookml, 2026), a partir de los resultados de la investigación.

Es fundamental entender que el conocimiento de las ciencias química no arriba al aula de clase de manera directa, sino que a partir de las concepciones implícitas que tenga el docente sobre las ciencias, este es interpretado, analizado, transformado y comunicado. configurando prácticas en el aula de clase que pueden beneficiar o entorpecer la comprensión de la química por parte del alumnado.

**Concepción sobre las ciencias**

Las concepciones abordadas sobre las ciencias en esta investigación se enfocaron en dos grandes enfoques: el primero correspondió a ideas clásicas de las ciencias relacionadas con el empirismo-inductivismo, el racionalismo a ultranza, el realismo metafísico o el positivismo, que se denominaron ideas cientificistas tradicionales; el segundo correspondió a ideas más contemporáneas relacionadas con la dialéctica, el racionalismo crítico y las teorías socioculturales sobre las ciencias. Bajo estos preconceptos, se pudo interpretar las concepciones epistemológicas sobre las ciencias de los participantes a partir de sus argumentos expresados durante las entrevistas en profundidad realizadas en las instituciones educativas del municipio de Chinú.

El participante P2 expresó: "Como las ciencias naturales es una ciencia experimental, es la ciencia del conocimiento del saber humano" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). Con respecto al análisis formal, se evidenció un lenguaje claro sin ambigüedades. En relación al análisis sociocultural, el participante hizo énfasis en el origen y naturaleza propia de las ciencias experimentales, fundamentándose en el conocimiento que poseen los seres humanos para entender la naturaleza circundante. En el análisis semántico de esta frase se situó a las ciencias naturales desde el empirismo haciendo énfasis en lo experimental, donde la observación, la experimentación y la interpretación de los datos constituyeron la base para la construcción del conocimiento científico según esta perspectiva epistemológica.

De igual forma, el participante reconoció que la ciencia tiene un lado humanista mediante la expresión "saber humano", lo cual implicó entender las ciencias desde una perspectiva más humana y menos instrumental, situándola en una concepción sociocultural de las ciencias. Esto estuvo en relación con la visión de Henao y Stipcich (2008), quienes proponen entender las ciencias como culturas en permanente transformación, destacando aspectos sociales y humanos sin dejar del todo los principios que las rigen, sus logros y sus restricciones. En términos gadamerianos, esto significó que el maestro participante estableció una fusión de horizonte entre las dos corrientes, lo empírico y lo humanista, articulando la experiencia sensorial, la razón y la existencia humana.

El participante P2 complementó: "la ciencia en general es una. Un área que es maravillosa porque está, permite el conocimiento del cuerpo, permite conocimiento de nuestra

relación con el ambiente, permite el conocimiento de todas las interacciones que se dan entre las instancias" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El análisis formal del comentario mostró un lenguaje claro con fragmentos cortados, donde el participante trató de explicar varias ideas en una sola expresión, aunque terminó su discurso con cierta ambigüedad. A nivel sociocultural se pudo evidenciar el valor que le dio el participante a la ciencia mediante el término "maravillosa", otorgándole un toque extraordinario y admirable.

De esta manera, el maestro participante conceptualizó las ciencias en virtud del conocimiento y su relación dinámica con el cuerpo, con el medio ambiente y con la sociedad, dejando a un lado las ciencias instrumentales para enfocarse en una ciencia más integradora y humanizadora que permite la relación de las ciencias de manera concreta con cualquier fenómeno. El término "instancias" dio a entender que la ciencia estudia el conocimiento en general de todas las disciplinas y no solamente de las ciencias naturales. En este mismo dinamismo de las ciencias como construcción social, resultó importante resaltar el comentario del participante P1, quien manifestó que "la ciencia vive en completo, cambio, en completo dinamismo" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

Esta expresión rica en significado representó a las ciencias como proceso evolutivo en constante cambio, criterio que se consideró como un fundamento epistemológico de las ciencias modernas relacionado con la naturaleza cambiante del conocimiento científico. En este mismo sentido, la propuesta de Henao y Stipcich (2008) estableció que el devenir de las ciencias está enmarcado en un proceso plural, dinámico y dialógico de teorías regidos por un consenso general de la comunidad científica. En la perspectiva del narrador de los textos, la palabra cambio estuvo asociada a un proceso donde se revisan constantemente las teorías, leyes y modelos de las ciencias, implicando entender que el conocimiento científico no es estático ni definitivo.

Esto implicó entender que el conocimiento científico no es estático ni definitivo, sino un proceso dialógico entre lo que se descubre y su interpretación, entre el pasado y el presente, considerando la ciencia en un constante devenir donde se reinterpretan continuamente sus conceptos, saberes y procedimientos. El participante P3 aportó: "la ciencia, bueno. Yo la he visto siempre como. [pausa corta] como esa organización de saberes de disciplinas. Eh, como

esas directrices, como ese conjunto de ideas de conocimiento que tenemos para poder eee enseñar aaa los estudiantes. Acerca de sus dudas, inquietudes acerca de entender la vida. Eee El entorno, el universo, en fin" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

Al aprehender el corpus narrativo del texto, se evidenció un mensaje claro con un tono personal, con expresiones entrecortadas con pausas cortas y algunas muletillas, haciendo énfasis en que las ciencias son conocimiento proveniente de dudas e inquietudes sobre la realidad en que vivimos. A nivel sociocultural, el participante dio a entender que el conocimiento científico tiene su origen histórico en una idea, pregunta o incertidumbre. En este sentido, el enunciado del maestro concibió la ciencia como una organización de saberes y directrices que permiten explicar el mundo, otorgándole un valor epistémico y formativo que da sentido a la existencia y la alfabetización científica del municipio.

En consecuencia, de lo analizado se pudo comprender que a partir de las interpretaciones de los participantes, sus concepciones sobre las ciencias estuvieron enfocadas a tendencias híbridas entre el positivismo y las ideas contemporáneas, con predisposiciones hacia el humanismo. Sin embargo, al explorar más profundamente sus fundamentos epistemológicos sobre las ciencias mediante el análisis de otras dimensiones como el papel de la observación, la relación observación-teoría, la experimentalidad científica y las concepciones sobre hipótesis, teorías y leyes, emergieron patrones que revelaron una inclinación más marcada hacia concepciones tradicionales de las ciencias que mediaban sus prácticas pedagógicas cotidianas en las aulas del municipio de Chinú.

**Concepciones sobre la construcción del conocimiento científico escolar**

El participante P1 expresó: "El conocimiento científico es todo aquello que construimos a través de, de la curiosidad. De la Indagación, del despertar el interés por conocer los fenómenos de la naturaleza. Sí. De la observación. De la Representación del fenómeno a través de. A través de imágenes, a través de tablas, a través de datos a través de información" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Al hacer el análisis formal del comentario, se evidenció un lenguaje claro y entendible, aunque no muy fluido oralmente, pero sus ideas establecieron

relaciones coherentes entre las ciencias y el conocimiento. El discurso se fundamentó en una construcción social y pluralista.

El participante P1 hizo énfasis en la observación como proceso epistémico fundamental de construcción del conocimiento científico. Así mismo, el participante conceptualizó el conocimiento científico como una representación que se externaliza de la mente de los sujetos hacia el fenómeno de estudio. De igual forma, el discurso del maestro reveló terminologías propias del paradigma positivista tales como "tablas y datos", los cuales son medios de validación y comunicación científica tradicionales. Por otro lado, utilizó expresiones más ajustadas a principios epistemológicos socioculturales como "construimos", "representación del fenómeno", "imágenes" e "información".

El participante P1 complementó: "Conocimiento científico se construye con una serie de parámetros, que permiten que este se vuelva. Eeee. Observable, comprobable, refutable, eee, reflexivo. Porque es no acabado, el conocimiento científico, no acabado. Es un proceso sistemático un proceso en el que todos los días en el aula podemos ir construyendo" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Dentro de este marco de ideas, se reconoció que el maestro participante se movió dentro de los fundamentos cientificista-positivistas hacia teorías más contemporáneas, donde coexistió la versión reflexiva y cultural de las ciencias ("reflexivo", "no acabado") con la validación empírico-analítica ("observable", "comprobable", "refutable").

Esto constituyó lo que Gadamer denomina fusión de horizontes entre la lógica empírica como fundamento de comprobación y validación con la comprensión reflexiva y crítica del conocimiento científico. Pareció ser que el participante, en el transcurso de su experiencia como maestro de ciencias-química, había venido adquiriendo una serie de conocimientos que le permitieron avanzar hacia concepciones contemporáneas, pero aún persistían en su imaginario ideas ancladas del positivismo clásico documentado por Flores et al., (2013) en su estudio sobre concepciones de estudiantes universitarios. El participante P2 manifestó: "un conocimiento, es aquel basado en lo que uno experimenta" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025), expresión que dio a entender que el conocimiento proviene de las experiencias.

El participante P2 confirmó esta perspectiva al expresar: "El verdadero trabajo científico, se hace es con practica donde el estudiante interiorice eso y se vea como un científico.

Elaborador de hipótesis, que haga experimentación, que él pueda tabular que saque conclusiones, que, eso es lo ideal" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El análisis formal del texto mostró un lenguaje claro sin vacilaciones, entendible y fácil de comprender, con un tono desafiante. El discurso se fundamentó en una sola realidad para hacer ciencias, la cual consistía en seguir los pasos que el participante manifestó. A nivel sociocultural, se evidenció una tradición heredada de las ciencias naturales arraigada en el pensar del maestro sobre el método científico.

Esta tradición fue propia del empirismo clásico propuesto por John Locke, en el siglo pasado y resaltado por Adúriz-Bravo et al., (2006). Aunque la frase final "eso es lo ideal" dio a entender que en la práctica educativa no se realiza como él lo manifiesta en sus expresiones sobre el trabajo científico. A nivel semántico se resaltó una serie de pasos secuenciales que obedecieron a concepciones cientificistas de las ciencias, las cuales consideran verdadero lo que proviene del método científico tradicional. Estas concepciones sobre construcción del conocimiento científico revelaron patrones que coinciden con los hallazgos de González (2021) en su estudio sobre concepciones de docentes sobre la naturaleza de la química.

**El papel de la observación en el desarrollo del conocimiento científico como motor de la curiosidad en la formación científica**

La observación como fundamento epistemológico es un proceso fundamental en la construcción del conocimiento científico, pero su semántica varía según el paradigma cientificista o contemporáneo de las ciencias que se adopte como observador. En tal sentido, si nos ubicamos desde un paradigma clásico de las ciencias, la observación es un proceso neutral, pasivo, que busca recopilar datos e información objetiva, demostrable y verificable de hechos observados sin ninguna carga de subjetividad del investigador. Está ligada fuertemente al método científico tradicional y se considera el punto de partida de toda investigación científica que antecede a las preguntas, hipótesis y experimentación.

Opuesto a estas concepciones, aparecen las perspectivas contemporáneas las cuales consideran que la observación no está libre de ideas previas, teorías y prejuicios; estas moldean la interpretación de lo que estoy observando. Además, la investigación científica no siempre se

inicia con la observación; puede ser a partir de un problema o de una teoría. En este sentido, tal como lo manifiesta Segovia (2024), hay dos maneras diferentes de observar la realidad: una desde una perspectiva objetiva y neutral y otra desde la subjetividad del observador influenciada por sus preconcepciones. Atendiendo a estas concepciones, se analizaron las siguientes unidades de significado expresadas por los participantes del municipio.

El participante P1 manifestó: "La observación es como el inicio de todo, de toda la la de todo el conocimiento científico, porque a partir de la observación nace la curiosidad, a partir de la observación, nace el querer descubrir algo. Creo que es el inicio de todo" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Atendiendo al análisis formal, el segmento analizado fue claro y contundente, con una retórica que evidenció la convicción de lo que expresó, con muletillas y repeticiones, pero con un lenguaje claro sin ambigüedades. De igual forma, su discurso se fundamentó en la creencia, tal como se pudo evidenciar en el siguiente enunciado "Creo que es el inicio de todo".

A nivel semántico se inclinó hacia una perspectiva empirista de las ciencias tradicional, metódica, relacionada con el método científico tradicional donde toda investigación científica nace de la observación de los hechos. La interpretación fue acorde a "la observación es como el inicio de todo"; el inicio de todo pareció ser que el maestro participante lo relacionó con el inicio de la investigación científica en las ciencias naturales. De igual forma, se pudo ver cómo el participante P1 consideró que el motor de la curiosidad y el querer descubrir algo empieza con la observación. El maestro creyó que la observación es un factor detonante en la curiosidad del ser humano, creencia que obedeció a un contexto sociocultural imbuido en su realidad educativa del municipio.

De la misma manera, es importante resaltar la expresión del participante P2: "Bueno, la observación más que todo la desarrollo cuando, cuando entramos al laboratorio o cuando estamos haciendo un simulador" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). Expresión clara y coherente, fundamentada en las prácticas del laboratorio de química, relacionada con las experiencias empíricas realizadas en el laboratorio a través de experimentos. El participante también manifestó hacer la observación cuando utilizaba simuladores, lo que dio pie para hacer la interpretación del participante relacionado con la observación basada en experimentos

realizados en el laboratorio de química, argumento que lo situó en una concepción cientificista de las ciencias en cuanto a la observación. En este mismo sentido, se resaltó el enunciado del participante P3.

El participante P3 expresó: "Es un rol muy importante. Ahí comienza la investigación. Desde la observación, el estudiante eee analice una situación problema" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). Expresión que reforzó la perspectiva cientificista de las ciencias relacionada nuevamente con el método científico tradicional, con una serie de pasos lineales de las investigaciones científicas donde se consideró que el primer paso para hacer investigación es la observación. En consecuencia, de lo analizado de los tres participantes, se pudo concluir parcialmente que sus fundamentos epistemológicos de las ciencias en cuanto a la observación se inclinaron más a una concepción clásica de las ciencias, lo que podría estar influyendo en la forma de enseñar las ciencias-química de una forma tradicional.

Esto podría estar correlacionado con la manera en que los estudiantes estén comprendiendo las ciencias químicas en el aula, al no generar espacios para la crítica, la duda y el pensar de manera diferente, ya que los hechos son observados sin preconcepciones establecidas según esta perspectiva tradicional. Estos hallazgos concordaron con los reportados por Fernández (2022) en su estudio sobre concepciones epistemológicas de docentes de química en educación secundaria en España, donde documentó que el 75% de los docentes manifestaba concepciones epistemológicas de corte empirista-inductivista, enfatizando la observación y experimentación como fuentes exclusivas de conocimiento en las prácticas pedagógicas desarrolladas en sus contextos educativos específicos.

**Relación de la observación científica con la teoría**

Siguiendo este mismo hilo conductor de la observación científica como proceso epistémico, se hizo necesario interpretar los siguientes segmentos de análisis que surgieron después de preguntarles a los participantes sobre qué opinaban del siguiente enunciado: "las teorías científicas se construyen siempre a partir de hechos observables". El participante P1 respondió: *"No, creo que no, no necesariamente tenemos que observar algo. Cierto, hay veces… Hay teorías que las construimos y la fundamentamos en una hipótesis, que nació sin una*

*observación y que después empezamos como a hacer todo el camino del conocimiento"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

En esta oportunidad, el análisis formal del comentario se fundamentó en la creencia de que no necesitamos observar algo para hacer teoría; la expresión "creo que no" lo evidenció. El tono del hablante, en este caso, expresó duda; no estaba seguro de que fuera así. Por otra parte, se evidenció un lenguaje claro al principio con repeticiones, pero entendible. Semánticamente, este segmento se orientó hacia una tendencia más racionalista, fundamentado en el proceso lógico deductivo que parte de una hipótesis. El participante se apartó de procesos empíricos cuando afirmó que no toda teoría nace de la observación y tomó posturas más reflexivas, constructivas y creativas que integraron diferentes procesos metodológicos de las ciencias.

En contraste con este pensamiento, el participante P2 afirmó que "primero es la práctica", lo cual se pudo entender que primero se hace la experiencia y luego se observa, ideas que correspondieron a perspectivas clásicas de las ciencias, la cual siguió una serie de pasos lineales que coincidió con el modelo inductivo de las ciencias. Esto se fundamentó en el siguiente segmento: "pero es fundamental primero debe ser la práctica, eso conlleva a que el muchacho observe, elabore una hipótesis, que haga una experimentación, que corrobore las hipótesis, la demuestre y concluya eso es lo ideal, primero es la práctica y después la teoría" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

A nivel semántico, el participante se movió dentro de una concepción positivista clásica relacionada con el empirismo. Esto se demostró cuando expresó "primero es la práctica y después la teoría". De igual forma, se evidenció una serie de pasos lineales que estuvieron más acordes al método científico, ubicándolo en un pensamiento tradicional de las ciencias. Con relación al comentario del participante P3: "Si de hecho, como dije anteriormente, eee. Pausa corta Esta demostrado a través de la historia de las ciencias que los investigadores lo primero que hacían era investigación. Investigación a raíz de ee las las inquietudes y las dudas que hacían para entender el entorno, para entender cómo estaba constituida la materia. Entonces toda esa esa, esa inquietud. esa investigación comenzó desde la observación" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

También se ubicó en una perspectiva tradicional de las ciencias al afirmar que las investigaciones nacen de las observaciones que se tienen del entorno, de sus dudas e inquietudes, concepción heredada del positivismo. Tal como el mismo lo manifestó, "está demostrado que a través de la historia" que los investigadores lo primero que hacían era investigación, lo cual ubicó el comentario en un contexto histórico donde se han desarrollado los hechos, dando a entender que la verdadera investigación necesita de hechos observables. Estos resultados concordaron con lo investigado por Flores et al., (2013) y Amador et al., (2022), quienes mostraron que los estudiantes universitarios que estudian la asignatura de química manejan una idea ingenua y tradicional del papel de la observación en las ciencias.

Parcialmente se pudo concluir que los maestros participantes tendieron a una perspectiva epistemológica de las ciencias de tipo más tradicionalista que contemporánea con relación a la observación como proceso epistemológico, lo cual podría ser un factor determinante en las clases de química y en la comprensión de los procesos químicos. Villamil y Martínez (2022) documentaron hallazgos similares en su estudio sobre concepciones epistemológicas de docentes en formación, donde identificaron que prevalecen visiones empiristas sobre el papel de la observación en la construcción del conocimiento científico, limitando las posibilidades de desarrollar comprensión profunda en los estudiantes del contexto educativo colombiano y particularmente en el municipio de Chinú.

**Experimentalidad científica**

Según Flores et al., (2013), la experimentalidad científica es un proceso epistemológico fundamental para validar el conocimiento en ciencias naturales, y más cuando se trata de investigaciones científicas de tipo experimental donde las bases empíricas son fuentes de comprobación y verificabilidad de teorías a partir de las cuales se generalizan hechos como verdades absolutas. No obstante, desde la lógica contemporánea de las ciencias, la experimentalidad científica es entendida como validación del conocimiento influenciada por el contexto que orienta y sustenta, lo que da como resultado verdades parciales. Bajo estas visiones de ciencias fue necesario entender e interpretar las percepciones de los maestros

participantes del municipio sobre sus prácticas experimentales desarrolladas en las instituciones educativas.

El participante P1 expresó: "Por ejemplo, cuando trabajamos reacciones no necesito llevarles a ellos una cantidad de ácido, vengo les hago un ejemplo tomo una bolsa de, papel, papel. Y ya a partir de ahí empezamos a formar la clase hasta que llegamos al concepto de reacción química, a partir de una experiencia vivida" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). El participante P2 manifestó: "generalmente hago los procedimientos de la guía descritos para que ellos la sigan paso a paso, y paso por los puestos asesorando, siempre mis prácticas de laboratorio debe haber un informe final para entregar dentro de 8 días, que debe contener título de la práctica, objetivo, introducción, procedimiento, cálculos matemáticos, resultados, conclusiones todo" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). En esta misma línea el participante 4 expresa “A nivel de prácticas como tal de colegio educativas donde sí. Donde sigamos Eh, los protocolos, protocolos normales de un laboratorio si carecemos de mucho material. Y eso dificulta en gran medida que se hagan laboratorio donde se analicen resultado, eeee en donde se hagan mediciones”.(P4, Entrevista, 2025).

El participante P3 señaló: "pues es muy convencional, al estudiante de antemano se le entrega una guía. Se le explica su, el procedimiento que se va a realizar, ahí, en la guía están detallados los materiales que se van a usar. ¿Cómo va a hacer el procedimiento? ¿Qué tiempo va a durar la experiencia…? ¿Qué relación tiene con los temas o la temática que se dio o que se han visto?" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). Al analizar los segmentos de los participantes y realizar la fusión de horizontes entre los participantes y el intérprete de los textos, se evidenció cierta tendencia hacia el positivismo en sus prácticas experimentales desarrolladas en el municipio.

El participante P1 hizo énfasis en la observación empírica; al parecer la falta de laboratorios conllevó a que el participante realizara prácticas sencillas en el aula de clase. Esto se manifestó cuando el participante expresó "cuando trabajamos reacciones químicas, les hago un ejemplo tomo papel y a partir de ahí formo la clase, hasta llegar al concepto de reacción química". Se observó un tradicionalismo en la enseñanza de las ciencias donde el maestro fue la fuente de conocimiento y los alumnos los receptores pasivos. En este mismo orden de ideas, la

concepción epistemológica de la experimentalidad científica del participante P2 presentó una tendencia hacia concepciones más cientificistas de tipo positivista tradicional.

El maestro participante hizo énfasis en seguir una secuencia de pasos mediante un protocolo estructurado que reflejó la visión empirista y confirmatoria del método científico. Así mismo, el participante P3 en su disertación lo corroboró al expresar que primero se le entrega una guía donde el estudiante debe seguir paso a paso la secuencia para hacer la práctica de laboratorio. Culturalmente, el discurso de los cuatros participantes se fundamentó en prácticas pedagógicas de laboratorio tradicional donde los estudiantes reproducen el fenómeno siguiendo un método estricto con protocolo y riguroso de las ciencias clásicas, la cual fue heredada del positivismo clásico. Con estas premisas, la comprensión de los fenómenos se hizo más compleja ya que no permitió la reflexión y la flexibilidad de los procesos experimentales en el contexto educativo del municipio de Chinú.

Estos hallazgos fueron consistentes con los reportados por Cabrera (2016) en su estudio sobre estrategia didáctica sobre la enseñanza contextualizada del concepto de isomería desde una mirada histórica, filosófica y epistémica de la ciencia, donde documentó que las prácticas experimentales tipo receta limitan las oportunidades de los estudiantes para desarrollar comprensiones sofisticadas sobre cómo se construye realmente el conocimiento científico, perpetuando visiones distorsionadas sobre la naturaleza del trabajo científico en los contextos educativos donde se implementan estas metodologías tradicionales que privilegian la verificación sobre la indagación auténtica y la construcción colaborativa de conocimiento.

El participante P4 describió sus prácticas experimentales con una honestidad crítica que los demás participantes no expresaron con igual claridad: *"la escasez de implementos de laboratorio... hacemos muchos laboratorios demostrativos, prácticas muy básicas con lo que puedan traer los muchachos de su casa... carecemos totalmente de laboratorio de mediciones... a veces un poco fracasado ese tipo de laboratorio, pero bueno ahí se hace lo que se puede"* (P4, Entrevista, 2025). Este testimonio se articula con la dimensión pedagógica del modelo en su componente de recursos y mediación pedagógica, que reconoce las limitaciones materiales del contexto pero propone el uso creativo de materiales accesibles del entorno como mediadores epistemológicos, y con la estrategia didáctica transversal de experimentación contextualizada

como alternativa viable y sostenible ante la carencia sistemática de laboratorios equipados en las instituciones del municipio.

**Concepciones sobre hipótesis, teorías y leyes**

Se analizaron una serie de segmentos que demostraron la perspectiva epistemológica de los maestros participantes; los resultados mostraron tendencias positivistas tradicionales en la concepción de hipótesis, leyes y teoría. El participante P2 expresó: "bueno, las hipótesis, como ya sabemos, es un enunciado, una enunciación que uno lanza sobre una observación que uno ha hecho, sí. Entonces. Ellos saben por experiencia que las hipótesis pueden ser falsas o pueden ser verdaderas hasta el final, pero para poder llegar a esa enunciación y que sea válida hay que hacer una experimentación, corroborar, y ya" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

El anterior enunciado reflejó el estatus de comprobación lineal del método científico donde se empieza con hipótesis, teorías y leyes en una secuencia ascendente. Esto se apoyó en otro enunciado del mismo participante: "la teoría es lo que se ha experimentado a gran escala, comprobado como tal. Y la ley la entiendo que es algo como es universal que no admite discusión, que ya es un hecho real" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El énfasis semántico de los procesos epistémicos de la ciencia recayó en la corroboración, no en la incertidumbre, exploración, la refutación crítica o la interpretación compleja del conocimiento científico.

De igual forma se pudo observar en el participante P3 cuando expresó: "sabemos que es una hipótesis, una idea que no ha sido comprobada" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). El mismo participante continuó: "Ya en la teoría. Tiene Comprobación y la ley Sí, eee digamos que es una regla. Que se cumple. pausa corta Bajo ciertas circunstancias" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). Solo el participante P1 evidenció indicios contemporáneos de las ciencias al considerar la teoría como una construcción social teórica basada en un conjunto de conceptos relacionados entre sí en busca de comprender el fenómeno de estudio.

Esto se pudo evidenciar en su discurso cuando expresó: "Eee Luego si ese concepto que ya construimos es una pausa corta de formas, como te digo de forma recurrente" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Se dijo "indicios" porque al final se pudo interpretar que el participante en su discurso mostró una secuencia lógica de pasos ascendente basados en

criterios acumulativos y de validación progresiva la cual condujo al concepto de ley. Así lo expresó en el siguiente enunciado: "Eee Luego si ese concepto que ya construimos es una pausa corta de formas, como te digo de forma recurrente. Que puede tener una experimentación, que puede tener, comprobación que puede tener todo esto, ya se convierte en una ley" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

El participante P4 introdujo un elemento pedagógicamente diferenciador que los demás participantes no expresaron: *"a diario ustedes viven haciendo hipótesis... las leyes obedecen a un patrón que tiene una tendencia... la teoría te explica cómo pasa algo, pueden existir diferentes teorías y ellos eligen a cuál inclinarse, en cambio la ley sí es única y no se elige"* (P4, Entrevista, 2025). Si bien P4 incorpora la posibilidad de elegir entre teorías alternativas, elemento ausente en los discursos de los demás participantes, persiste la visión de la ley como verdad universal incuestionable. Desde la dimensión epistemológica del modelo, esta convergencia de los cuatro participantes evidencia la necesidad de trabajar sistemáticamente los componentes de tentatividad y cambio del conocimiento y procesos epistemológicos, superando la visión lineal acumulativa donde la ley corona jerárquicamente como verdad definitiva e irrefutable.

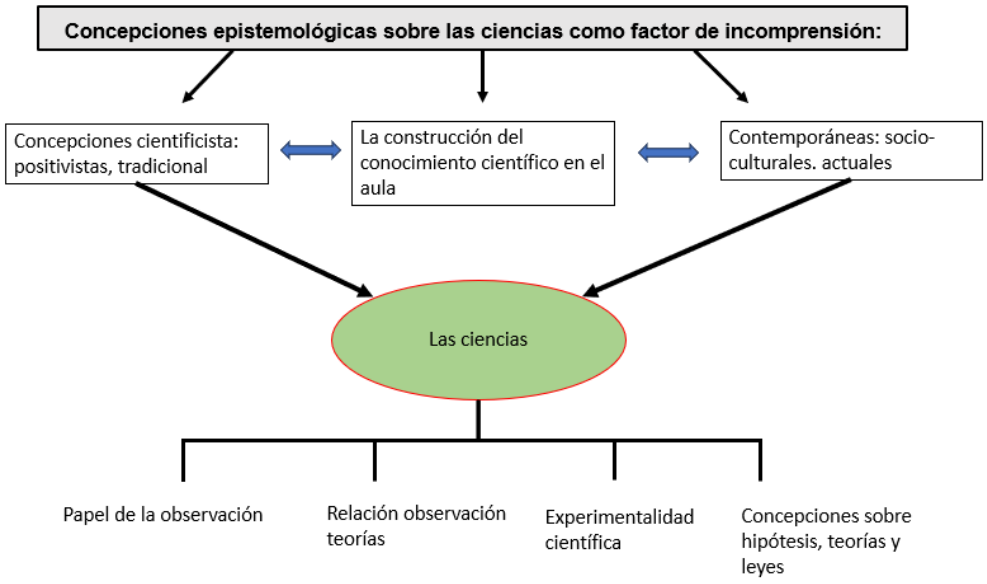
Estos resultados similares coincidieron con los reportados por Flores et al., (2013); Siso-Pavón et al., (2019); Villamil y Martínez (2022), quienes encontraron que la mayoría de los estudiantes manejan una concepción lineal de las ciencias donde las hipótesis se convierten en teorías y estas a su vez en leyes al ser comprobadas y validadas a través de la experimentación como verdades absolutas. A manera de conclusión parcial, los hallazgos sobre el concepto de ciencias que manejaron los participantes evidenciaron tendencias híbridas entre el positivismo clásico y concepciones contemporáneas socioculturales. No obstante, cuando se adentró a explorar los principios epistemológicos de las ciencias, se observó una perspectiva más marcada hacia el positivismo clásico de las ciencias.

Estas concepciones heredadas se manifestaron en una tradición pedagógica que reproduce la imagen clásica-positivista de la ciencia como acumulación y comprobación repetida como proceso universal. Esto podría traer problemas de comprensión de la química en un evento pedagógico de la clase, ya que se estaría negando a los estudiantes el acto de

interpretar y comprender qué significados tienen los hechos que los caracterizan y por qué ocurren, como establece Arias (2018). Parra (2022) documentó hallazgos similares en su investigación sobre modelo transdisciplinario para la enseñanza de la química desde la visión prospectiva de los docentes de instituciones de educación secundaria, donde identificó que las prácticas pedagógicas se vienen realizando desde una pedagogía tradicionalista con poco aprendizaje significativo.

**Figura 10.**

*Red conceptual - Concepciones sobre las ciencias*




Fuente: Elaboración propia.

**Factores pedagógicos relacionados con la forma en que enseñamos y comunicamos la información científica relacionada con la química**

**Factores comunicacionales: lenguaje verbal fragmentado y con vacilaciones**

El lenguaje verbal es una forma de comunicación que está presente en los procesos epistemológicos y sociológicos que se utilizan para generar conocimiento científico en el aula y fuera de ella. Para Chomsky (1957), el lenguaje se formaliza a través de un conjunto de palabras que posteriormente van a dar origen a un conjunto de oraciones; estas oraciones finitas o infinitas traen consigo una serie de códigos y formatos sintácticos que permiten construir significados claros y específicos para ser comprensibles. Por consiguiente, en los segmentos

analizados de los textos de los participantes (P1, P2, P3, P4) se evidenciaron problemas de comunicación en el lenguaje verbal que tuvieron que ver con la oralidad fragmentada y repeticiones.

El participante P1 expresó: *"Pues, otra razones porque a veces, trabajamos mucha teoría, mucha teoría, mucha teoría. Y dejamos, la parte práctica, la parte de la experiencia, la parte de la sorpresa, la parte de la de lo que a ellos de pronto le motiva"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). El participante P2 señaló: *"porque la química la vemos. Eeeee. En todo lo que hacemos hay química Entonces yo creo que eso es lo que pausa lo que de pronto"* (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El participante P3 manifestó: *"Algunos también, pienso yo, que se le dificulta, porque. cotidianidad no le no le interesa. Sí. Entonces, esos son los aspecto que, que puedo destacar que se les dificulta a ellos"* (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

EL participante 4 comento "*Bueno, EH, qué pasa a veces el el proyecto de vida de un estudiante. Ya cuando está en grado 10  y en grado 11, hablemos de de la media. eeeee. Van hacia otro. hacia otras ramas, sí. Entonces muchos piensan, la química para qué. Sí, a veces, siendo honesto, a veces a mi me toca, porque cuando veo a estudiantes así yo me acerco que pasa porque no quiere. Qué de pronto a veces me salen con esa respuesta. A Uno, no, la química de qué me va a servir….*"(P4, Entrevista, 2025)

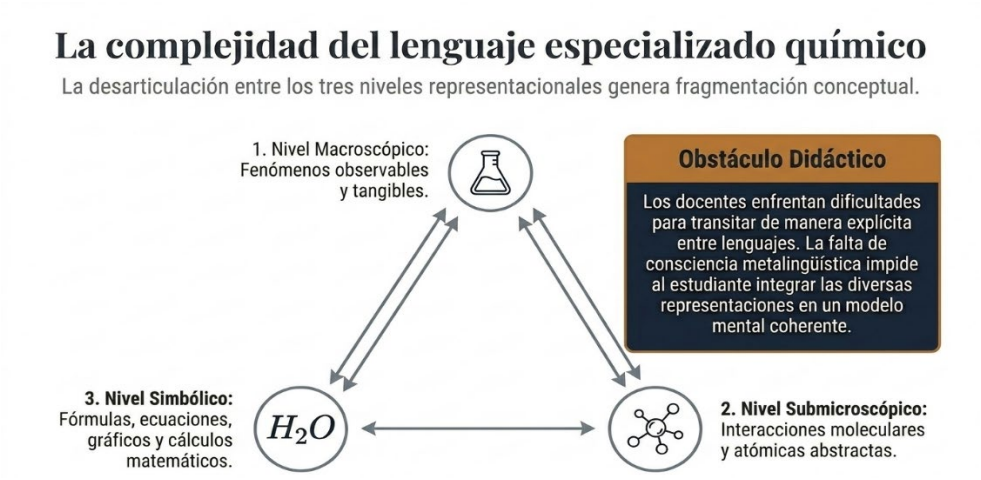
En el discurso de los maestros se presentó un lenguaje verbal interrumpido, fragmentado y discontinuo con oraciones inacabadas. La expresión *"porque la química la vemos. Eeeee. En todo lo que hacemos hay química"* evidenció esta fragmentación sintáctica con una verbalización inapropiada como *"Entonces yo creo que eso es lo que [pausa] lo que de de"*, más la ruptura lógica de la expresión, que pudieron afectar la claridad y coherencia de la comunicación verbal en quien recibe el mensaje. En coherencia con Galagovsky y Bekerman (2009), las expresiones lingüísticas contemplan códigos y reglas sintácticas propias para cada lenguaje; dichas reglas deben aplicarse de manera correcta porque de lo contrario podrían traer problemas de comunicación y de comprensión en el receptor del mensaje.

El lenguaje científico surgió como un problema sociocultural entre quien enseña y quien aprende; la falta de asimilación y claridad de estos lenguajes indujo un distanciamiento afectivo y académico hacia los conceptos de química, provocando un desinterés y, como consecuencia,

una brecha comunicativa entre los actores del evento pedagógico de la clase. Tal como manifestó el participante P1: *"el estudiante al no poseer, de pronto, al no tener claro. eeee los conceptos, el lenguaje que se utiliza, todo esto termina, por fastidiarse y por no tomarle interés"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). El núcleo semántico del texto reveló una relación de causas y efectos entre la falta de claridad conceptual (*"no tener claro los conceptos"*) y el lenguaje que se utiliza produciendo desinterés escolar.

Se pudo interpretar que el docente en sus discursos para enseñar los conceptos químicos hizo alusión a la utilización de un lenguaje técnico, complejo, abstracto y difícil de entender, y como consecuencia *"termina por fastidiarse"*. Pareció que provocó apatía, frustración y fastidio por el aprendizaje de la química en los estudiantes del municipio. Vargas (2022) documentó en su investigación sobre estrategias comunicativas en la enseñanza de la química que los docentes enfrentan dificultades para transitar entre los diferentes lenguajes químicos durante sus explicaciones, frecuentemente utilizando representaciones simbólicas sin anclarlas en experiencias concretas, desconexión que se agrava cuando los docentes no han desarrollado consciencia metalingüística sobre los sistemas representacionales empleados en sus prácticas pedagógicas cotidianas generando fragmentación conceptual y complejidad del conocimiento químico. Tal como lo muestra la figura 11.

**Figura 11.**
*La complejidad del lenguaje especializado químico.*




Nota: elaboración propia mediante inteligencia artificial generativa. (Notebookml, 2026), a partir de los resultados de la investigación.

**Factores pedagógicos: bases previas y dependencia de las matemáticas**

Un tercer elemento epistemológico sobre la enseñanza de la química tuvo que ver con principios matemáticos como subsumidores previos que permitieran integrar los nuevos conceptos químicos en las estructuras cognitivas de los estudiantes. El participante P1 expresó: *"Entonces a veces como docente, Pues no. Nos percibimos si realmente el estudiante tiene las suficientes bases, para comprender esos conceptos"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). El participante P2 señaló: *"Entonces son algúna pausa algunas veces se presentan ejercicios que son complejos que son entonces la química necesita, digo yo al igual que las matemáticas una concentración absoluta"* (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

El participante P3 manifestó: *"Además, eeeh, bueno, en algunos temas necesita fundamentos matemáticos y algunos estudiantes presentan falencias con respecto a eso y entonces se les dificulta la comprensión de la temática"* (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). El participante P1 complementó: *"Otro motivo, por el cual los estudiantes también se les hace difícil es, la utilización de fórmulas y principios matemáticos, porque los estudiantes. Muchas veces carecen de unos buenos conceptos matemáticos. Entonces, al aplicar en la química estas expresiones matemáticas, estas fórmulas matemáticas, los estudiantes pues no van a entender Entonces, al no comprender la parte matemática, pues también van a generar un poco de, digamos de no comprensión de estos procesos de aprendizaje"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

El participante P4 confirmó y amplió esta perspectiva al señalar: *"al venir con vacíos en las matemáticas, y sabemos que muchos temas de química tienen como fundamento a veces las matemáticas, ahí también vemos que hay dificultad"* (P4, Entrevista, 2025). Sin embargo, el P4 aportó un elemento diferenciador que los demás participantes no explicitaron: *"los temas no se dictan llevando una secuencia donde lo que entendí sea requisito para el siguiente, sino que hay veces terminamos un tema y viene otro que de pronto no tenía mucho que ver con el anterior, la idea es que sea consecutivo, que el tema que vimos sea requisito para el que viene"* (P4, Entrevista, 2025). Este señalamiento sobre la falta de secuencialidad como factor que agrava la dependencia matemática se articula con el componente de selección y organización del contenido químico de la dimensión epistemo-didáctica del modelo, que establece la necesidad de diseñar secuencias donde cada contenido constituya prerrequisito coherente del siguiente,

evitando que la matematización mecánica opere en el vacío conceptual que genera la desarticulación temática.

En los segmentos anteriores se ilustró que a veces como docentes se da por sentado que el estudiante tiene los preconceptos y las habilidades necesarias para entender y comprender los nuevos aprendizajes: *"No percibimos si realmente el estudiante tiene las suficientes bases"*. Cuando se habla de un aprendizaje nuevo, se piensa que el estudiante lo asimiló automáticamente. En este segmento se reflejó la percepción docente en que la comprensión en química depende de la acumulación progresiva de conocimientos y que muchos estudiantes no llegan con esas bases sólidas requeridas para los nuevos aprendizajes químicos que se desarrollan en las instituciones del municipio.

En este sentido, ante de comenzar un tema nuevo es recomendable hacer una exploración sobre que tanto sabe el estudiante sobre el aprendizaje que se quiere desarrollar. Es necesario que se exploren sus ideas previas, preconceptos que tiene cada estudiante para enfrentar el nuevo aprendizaje, como también reflexionar si el nuevo contenido presentado tuvo un anclaje en la estructura cognitiva de quien aprende. Si no lo tiene, hay que buscar la forma de que lo adquiera para que se haga una buena significación del aprendizaje. En otras palabras, el sentido central del texto giró en torno a la falta de conceptos previos para comprender los conceptos de la química en el contexto educativo del municipio de Chinú.

Esta situación confirmó la tesis de Ausubel (1963), según la cual el aprendizaje significativo requiere de subsumidores previos que permitan integrar los nuevos conceptos. Esta integración cognitiva entre lo nuevo y lo que está en la mente del estudiante debe ser no arbitraria y no literal, pero sí potencialmente significativa para que sea subsumida por un concepto más relevante e inclusivo. En relación con estas ideas, emergió la dependencia del pensamiento matemático en la comprensión de la química. Es así que en los discursos de los maestros se reflejó la percepción compartida en el contexto educativo: *"Carecen de unos buenos conceptos matemáticos"*; *"al aplicar en la química estas expresiones matemáticas, no van a entender"*; *"en algunos temas necesita fundamentos matemáticos"*.

De lo anterior se pudo inferir que los estudiantes que llegan con vacíos en matemáticas se les dificulta comprender y asimilar los aprendizajes de la química. Esto situó la problemática

en un plano institucional y cultural, convirtiéndose en una dificultad estructural en la educación química del municipio. A partir del análisis formal de los textos, se pudo evidenciar que tanto P1, P2, P3,P4 utilizaron un discurso reiterativo y redundante: *"fórmulas matemáticas"*, *"cálculos"*, *"matemáticos"*; pausas y muletillas: *"pues"*, *"digamos"*; frases largas con repeticiones, lo que reforzó la idea de dificultad y generó un énfasis en el problema matemático como obstáculo para la comprensión de la química en el contexto del municipio cordobés.

Por consiguiente, el núcleo de significados de estos segmentos estuvo en la dependencia de la química respecto a la matemática. El participante P3 expresó que la comprensión de algunos temas químicos demandó de unos principios matemáticos previos como aritmética y álgebra simple. Cuando el estudiante no dominó estos cimientos (*"falencias"*), la comprensión química se vio afectada negativamente. Aquí la semántica reveló una cadena causal: falencias matemáticas producen problemas de comprensión en química. Este enunciado trasladó la dificultad de la comprensión de las ciencias químicas hacia una carencia externa, mostrando la naturaleza interdisciplinaria del problema y de articulación curricular entre las matemáticas y la química en el sistema educativo del municipio.

**Metodología de enseñanza en la química**

La metodología de la enseñanza de la química se fundamentó principalmente en un compendio de actividades, estrategias, técnicas y enfoques pedagógicos mediados por la cultura y sus lenguajes, con un intento para mejorar el proceso de aprendizaje de los conceptos químicos. Las ciencias químicas por su naturaleza experimental y conceptual deben evolucionar, tal como lo expresa Chonillo et al., (2024), "hacia un modelo que no solo fomente la memorización de datos, sino que también inspire la curiosidad, la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes". Esto se logra con metodologías contemporáneas que promuevan la comprensión de los temas tratados, construyan conocimiento a través de un compartir de significados mediados por los lenguajes químicos apropiados.

Actualmente se hace necesario superar la verticalidad de los enfoques tradicionales y optar por enfoques horizontales de interacción entre los actores del evento pedagógico potenciados por los lenguajes químicos. En concordancia con estas ideas, el participante P3 manifestó: "La última causa sería de pronto los métodos de enseñanza que son. Eh. Muy poco

relacionado con lo experimental YYY muy tradicional. Entonces, de pronto eso afecta mucho" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). En este segmento de análisis se reflejó cómo el autor del texto expuso como causa de incomprensión de la química la metodología de enseñanza, referida a lo "tradicional", clases dogmáticas y unidireccionales, como si la mente del estudiante fuera una tabula rasa que hay que llenarla de información sin construcción activa de significados.

La interpretación semántica del fragmento esbozó una reflexión crítica sobre la desconexión entre teoría y práctica en la enseñanza de la química desarrollada en el municipio. Como se interpretó anteriormente, la palabra "tradicional" inhabilitó la comprensión y la motivación por el aprendizaje. En contraposición a esta palabra, el autor del texto utilizó "experimental", palabra que denotó vivencia, significatividad y lo tangible. La falta de actividades experimentales para el participante se convirtió en una causa determinante para la comprensión de la química; reducir la enseñanza a solo transmitir conceptos empobreció la comprensión de los conceptos químicos y enalteció la memoria mecánica sin construcción de significados profundos.

Al hacer la fusión de horizonte entre los autores de los textos y el intérprete, nuevamente se resaltó la importancia que tiene la relación entre teoría y práctica en los procesos de enseñanza. Esto se evidenció cuando el participante P1 expresó: "Pues, otras razones, por las cuales pienso que también el estudiante se le hace difícil, es porque a veces, trabajamos mucha teoría, mucha teoría, mucha teoría. Y dejamos, la parte práctica, la parte de la experiencia, la parte de la sorpresa, la parte de la de lo que a ellos de pronto le motiva. ¿Lo dejamos? Sí, no lo trabajamos. Entonces el estudiante como que no siente esas ganas porque no le ve sentido de pronto a lo que estamos trabajando, por qué. La teoría no le despierta esa curiosidad" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

Al analizar los testimonios de ambos participantes, se pudo comprender que sus modelos de enseñanza reflejaron una metodología tradicional basada en la transmisión de teorías sin fundamentos aplicativos del conocimiento, culturalmente anclada en las aulas, que se viene realizando de generación en generación como verdades y hechos acabados. El docente reconoció que "La teoría no le despierta esa curiosidad" al estudiante. El sentido de esta

expresión vio la teoría como un cúmulo de conceptos abstractos y complejos sin motivación alguna. Por tal motivo, la enseñanza de la química no se debe minimizar solo a la transmisión de teorías abstractas con lenguajes complejos que impiden que el estudiante sienta el asombro propio de la ciencia en el contexto educativo del municipio.

Así mismo, el uso repetitivo de "mucha teoría" demostró una rutina pedagógica mediada por la explicación del docente y no en una construcción social basada en la experimentación y en el diálogo horizontal. Al releer los textos nuevamente, se encontraron nuevas aristas sobre el problema de la comprensión relacionado con la cotidianidad. El participante P2 expresó: "también de pronto, en algunos casos no se relaciona con la cotidianidad, porque la química la vemos. eeeee En todo lo que hacemos hay química. Entonces yo creo que eso es lo que lo que de pronto hace que algunos estudiantes se le haga un poco difícil" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

El participante P3 señaló: "Algunos también pienso yo que se le dificulta, porque. A pesar de que uno les diga la relación que tiene eso con la cotidianidad no le no le interesa. Sí. Entonces esos son los aspectos que que puedo destacar que se les dificulta a ellos" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). Los textos de los autores develaron una creencia y pensamiento sobre la comprensión de la química; ambos participantes dejaron ver en su discurso lo importante que es la cotidianidad en la enseñanza de la química. Pero más allá de la importancia, se pudo interpretar en las dos situaciones cómo la desconexión entre el conocimiento químico impartido en el aula de clase y la vida cotidiana tuvo una relación directa en el aprendizaje de la química.

Es decir, ambas expresiones revelaron una crisis en la enseñanza de la química: conceptos abstractos, complejos, descontextualizados, por lenguajes no entendibles por parte de los estudiantes y ajenos a la realidad del estudiante del municipio cordobés. Mientras el participante reconoció que "la química está en todo", los estudiantes no lograron identificar esa presencia en su vida, lo que posiblemente provocó una desavenencia en la comprensión significativa del conocimiento científico. Esto podría deberse a los lenguajes técnicos y cotidianos utilizados en los discursos de los maestros. Para Meroni et al., (2015), la química cotidiana "se basa en los fenómenos químicos que resultan familiares a los alumnos o

semejantes a otros fenómenos familiares, fácilmente inteligibles y utilizables para el aprendizaje de la química".

En consonancia con esto, es fundamental que los docentes de química diseñen actividades que puedan ser reconocidas por sus alumnos, que el lenguaje utilizado sea un puente entre los saberes académicos y los saberes cotidianos del contexto específico donde se desarrolla la enseñanza. Siguiendo con los fundamentos pedagógicos, los participantes expresaron que la química por su naturaleza se fundamenta en procesos experimentales. El participante P2 manifestó: "Creo y Considero que la química es una ciencia que se fundamenta más que todo en la práctica" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El maestro participante hizo alusión a prácticas experimentales en el laboratorio, ya que por situaciones contextuales se les hace difícil realizarlas.

El participante P1 expresó: "Desde el punto de vista de laboratorio de la, digamos, de un laboratorio de cuatro paredes. No, no existe porque en la institución mía no existe" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025), o porque no está en buenas condiciones para realizar procesos experimentales adecuados. De lo anterior se pudo inferir que su fundamentación pedagógica se basó en métodos experimentales de la química, aunque enfrentaron limitaciones materiales significativas en el contexto del municipio. En este mismo hilo conductor de los fundamentos pedagógicos, fue importante resaltar el discurso del participante P1 sobre su evolución metodológica a lo largo de su experiencia docente.

El participante P1 manifestó: "A lo largo de mi experiencia como docente he venido pasando del concepto del concepto tradicional, recetista de de de. Pues de inculcar a los estudiante el concepto y luego el ejercicio, y luego la receta y cómo se resuelve, a trabajarle más que todo la parte de que sean ellos los que quieran construir, Y quieran Descubrir. aunque es difícil porque los estudiantes hoy en día son complicados, pero si he tratado de de ir como dando ese cambio a través de tratar de pasar de un método tradicional a uno más constructivista" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

La interpretación formal, semántica y cultural del anterior segmento evidenció un tono reflexivo de tránsito de una metodología tradicional a una metodología constructivista, donde los estudiantes construyen su propio conocimiento a partir del método por descubrimiento,

reconociendo que se le ha sido complicado implementar en los estudiantes y romper las barreras culturales del tradicionalismo. Cabe resaltar que en este mismo enfoque pedagógico "constructivista", el participante P3 manifestó: "Bueno. Eee Los fundamentos teóricos y pedagógicos siempre. Eee Me gustó ese enfoque constructivista. eee Porque me gusta que el estudiante, además de que asimile el concepto. lo interiorice y trate de llevarlo a su cotidianidad y que él también. construya, su propio conocimiento, obviamente, eee ayudado Por el docente, en este caso por mi persona" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

Semánticamente, del segmento analizado se pudo comprender que este participante posiblemente direccionó algunas de sus clases bajo una metodología constructivista bajo un enfoque sociocultural con mediación del docente, tal como lo expresa Vygotsky (1964) en su teoría sociocultural del desarrollo cognitivo. Se expresó "algunas de sus clases" ya que en su discurso se evidenciaron concepciones tradicionales de las ciencias y su método que coexistieron con estas perspectivas más contemporáneas. En cuanto a las estrategias didácticas específicas utilizadas por los participantes, el P1 señaló: "pues trato de utilizar estrategias como exploración de ideas previas o de preconceptos. La pregunta, problemazatizadora, la indagación. Trabajo en equipo o trabajo colaborativo" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

El participante P2 expresó: "trató hacerlo así, en la medida que puedo hacer prácticas en laboratorio eee se puede hacer, pero. Utilizando algunos simuladores que hay ahora ahí bastante y utilizando videos educativo. Los mando a , que hagan exposiciones que hagan unas maquetas sobre. Sobre algunas estructuras de compuesto orgánico. Sí. Y. eso lo lo hago. Así, en forma de talleres, en forma de evaluaciones de exposiciones. Entonces. Pienso que que para que él tenga variedad de estrategias para que el pueda aprender" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). El participante P3 manifestó: "Bueno, con con ejemplos cotidianos que vemos en. En en nosotros eeee lo del diario vivir. Eh. Con. Actividades de los estudiantes, debates prácticas, trabajo colaborativo. Permitiendo porque el que el estudiante participe también" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

Estos discursos revelaron una diversidad de estrategias didácticas empleadas por los docentes del municipio, que incluyeron desde enfoques tradicionales hasta intentos de implementar metodologías más contemporáneas, evidenciando un momento de transición

pedagógica en el contexto educativo de Chinú. Parra (2022) documentado dentro de su modelo transdisciplinario para la enseñanza de la química la perspectiva anticipatoria de los docentes que, tras la validación de la aceptación del modelo emergente propuesto para la enseñanza de la química, lograron superar el inevitable conflicto de la resistencia de los docentes al cambio dada la brecha entre la enseñanza tradicional ineficaz y trivial y lo que el docente necesita enseñar para que los estudiantes aprendan química a través de procesos de aplicación práctica.

El participante P4 aportó una reflexión pragmática sobre su evolución metodológica y sus limitaciones estructurales: *"he ido puliendo mi forma de enseñar la química año a año, clase a clase, analizando los diferentes grupos de estudiantes... no soy el docente que quiero que el estudiante me aprenda todo el tema, con lo que aprendan algo a diario yo me doy por bien servido... me gustaría incluir la lectura de artículos sobre química, la historia de la química, porque dejamos de lado la lectura... hay que concretar conocimientos para poder avanzar, más vale enseñar 10 temas bien enseñados que 30 vistos superficialmente"* (P4, Entrevista, 2025).

Esta reflexión se articula con múltiples componentes del modelo: con la dimensión pedagógica en sus secuencias didácticas contextualizadas y el rol docente como mediador reflexivo, con la dimensión epistemo-didáctica en la selección y organización del contenido químico, y con la estrategia didáctica transversal de lectura y escritura científica como práctica que P4 identifica como ausente pero necesaria para el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de las instituciones del municipio.

**Recursos pedagógicos como mediadores aplicados en la enseñanza de la química**

Los recursos didácticos emergieron como fundamentos pedagógicos en la elaboración de un modelo de enseñanza de la química que relacione la epistemología y el lenguaje de la química. Más allá de ser un material o herramienta que complemente la labor docente en el aula, estos se deben entender como mediadores epistemológicos y lingüísticos que son fundamentales para comprender los distintos niveles de representación de la química. En cuanto a la mediación, Palacios et al., (2022) expresan que Vygotsky la asocia al uso de herramientas psicológicas o simbólicas. La mediación sirvió de base para la interacción social, para la comunicación y el entendimiento entre las personas; estas herramientas psicológicas y

simbólicas no son más que la utilización de instrumentos y signos sociohistóricos cargados de significados.

Siguiendo este hilo conductor, se pudo ver cómo los docentes participantes consideraron que enseñar las ciencias químicas sin recursos pedagógicos se convierte en todo un desafío para los maestros del municipio. El participante P1 expresó: "falta de de recursos para la abordar el área de Ciencias Naturales, recurso tanto tecnológico como de laboratorio, materiales reactivos. Sí, toda esta parte la parte de de tecnológico, pues televisores video beam, computadores, todos estos aparatos que ya salen para la proyección de imágenes para modelar ciertos. Tema, entonces eso también es un desafío" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

Al hacer la fusión de horizonte entre los autores de los textos y el intérprete, se pudo ver cómo la utilización de ciertos elementos en el discurso como "televisores, video beam, computadores" y "reactivos" señalaron que la falta de instrumentos o de herramientas, como lo expresa Vygotsky en su teoría sociocultural, fue fundamental para mediar el conocimiento químico y "modelar ciertos temas". En este sentido, se pudo interpretar que la carencia de modelación pudo forjar un aprendizaje abstracto no comprensible por el estudiante. Así mismo lo manifestó el participante P2: "si no tenemos unas condiciones locativas como laboratorios como medios audiovisuales. Como simuladores, es difícil, no imposible, pero es un poco difícil que el estudiante se enamore de la asignatura como tal" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

El participante dio a entender que los simuladores son una potente herramienta pedagógica fundamental para enseñar conceptos y principios químicos difíciles de palpar en la vida real, y por eso hay que simularlos ya que se consideran abstractos y requieren visualización para su comprensión. De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, y en correspondencia con Real (2019), los recursos didácticos son un "medio de expresión y creación de un nuevo lenguaje basado en la imagen, el sonido y la interactividad, tres elementos esenciales que refuerzan la comprensión, la creatividad y la motivación de los alumnos" en el contexto educativo donde se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química.

**Apatía y desinterés estudiantil**

Sosa et al., (2020) expresan que la apatía, la desmotivación y el desinterés pueden originarse por factores pedagógicos, personales y contextuales, tal como lo expresaron los participantes P1, P2, P3 y P4 en sus argumentos. El participante P1 manifestó: "los estudiantes, pues. Eee Muchas veces tienen apatía. Sigo. En mi posición de que la principal fuente de la apatía es no generar, Eh, eee clases interesante para los estudiantes es decir no despertar en ellos la curiosidad" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). El participante P2 expresó: "Se le dificulta también aprender química porque hay una cantidad de fórmulas de situaciones, operaciones. Y como no se sabe, esas operaciones básicas. Entonces no le encuentra sentido. Ya se desmotiva, ya cree que no puede. Cree que que eso no es para él, que. ¿Se pregunta, a veces para qué esto? yyy. Entonces ahí viene un poquito de de apatía y desinterés del proceso" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025).

El participante P3 señaló: "Bueno, de hecho, la la dificultad. La química, algunos temas son son. Son de cuidado. De mucha atención. Entonces pienso que eso que eso afecta. eh la enseñanza de pronto, poco contextualizada con. Con el interés de los estudiantes" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

De igual forma el participante 4 expreso “a veces esa apatía también. Eh. Sí, toca decirlo, a veces va en el docente. Te digo, te digo. No es oculto que hay muchos docentes, trató de no ser trató de no ser de esos docentes. Que son muy estrictos, sí. Demasiado estricto y con la disciplina. eeee. entonces el estudiante así a veces. Le coge temor, no sé, no sé al docente y por ahí derecho a la asignatura. Y ese temor y ese. Se va convirtiendo en una apatía en ese sentido lógico” (P4, Entrevista, 2025).

Los aportes del participante P1 reflejaron un factor pedagógico con relación a la apatía. En su discurso, el maestro utilizó un tono explicativo y reflexivo; la utilización de la primera persona gramatical "en mi posición" marcó una sensación de convicción, una autenticidad oral desde su experiencia como docente, generando un marco interpretativo con una carga de subjetividad.

Esto dio a entender que no fue la única forma en que el estudiante demostró apatía por los aprendizajes. En este caso, su vacilación verbal "eee", "eh" no denotó inseguridad; más bien

esta muletilla buscó una seguridad conceptual de lo que expresó. A nivel de significación, la percepción del maestro sobre la apatía estudiantil fue causa de la falta de estímulos producidos en el evento pedagógico de su clase que despertaran la emoción por el aprendizaje en los aprendices. Para el autor del texto, este estímulo tuvo que ver con prácticas pedagógicas que generen "curiosidad" e incertidumbre en los estudiantes del municipio de Chinú.

En concordancia con Chonillo et al., (2024) y con el autor del texto analizado, se debe proponer un modelo educativo en relación con la enseñanza de la química que vaya más allá de la mera memorización de datos y hechos, y que aborde la apatía y desinterés de los estudiantes estimulando su curiosidad, creatividad y pensamiento crítico. En este mismo sentido, en el texto analizado se evidenció una autocrítica hacia la enseñanza tradicional; la expresión "no generar clases interesantes" implicó que la rutina y la falta de nuevas estrategias pedagógicas incidieron directamente en la apatía del estudiante.

Esto conllevó a reconocer la apatía como un efecto de su propia práctica y a comprender que la apatía estudiantil no es una condición inherente del estudiante y que esta depende de otros factores como los biológicos, pedagógicos y contextuales. Esto implicó entender que la comprensión estuvo relacionada más con el deseo de conocer que con la transmisión de contenidos descontextualizados. El participante P2 relacionó la apatía con la falta de conocimiento previo. Desde el punto de vista formal, el autor del texto utilizó expresiones con un lenguaje empático que evidenció frustración y pérdida de sentido; frases como "cree que no puede" y "eso no es para él" lo evidenciaron claramente.

Así mismo, la desmotivación estudiantil la relacionó con conocimientos previos: "Y como no se sabe, esas operaciones básicas". "Entonces no le encuentra sentido" al contenido; esta pérdida de sentido procedió de la creencia de incapacidad de hacer las cosas, de la falta de conocimiento. Las "fórmulas" y las "operaciones" no solo ejemplificaron lo matemático, sino que se convirtieron en un obstáculo simbólico que posiblemente dificultó la comprensión de la química, desencadenando desmotivación y una carga negativa en el proceso de aprendizaje que terminó en apatía y desinterés por la asignatura en el contexto educativo del municipio.

Cosentino (2010) expresa que la apatía es un sentimiento individual producto de la falta de conocimientos estructurales para enfrentar un nuevo desafío, o bien de no percibir los retos

en su contexto. En otras palabras, la apatía nació por la falta de conocimientos necesarios para entender los nuevos aprendizajes; cuando el estudiante no logró apropiarse de las representaciones simbólicas y sus significados, produjo desinterés y apatía porque el conocimiento que percibió lo vio como ajeno y distante de su realidad en la que se desenvolvió en el municipio cordobés.

Otro factor generador de apatía estuvo relacionado con lo que el participante P3 manifestó: "Entonces pienso que eso que eso afecta. eh la enseñanza de pronto, poco contextualizada con. Con el interés de los estudiantes" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025). De esta expresión se pudo comprender que los maestros están obligados a preparar clases novedosas enfocadas a las necesidades e intereses del estudiantado, con situaciones cotidianas y actuales donde lo enseñado por el docente, el estudiante le encuentre aplicabilidad en su contexto. Desde el punto de vista de Sosa et al. (2020), las principales razones para la actitud negativa y el desinterés en aprender química parecen ser la desconexión contextual de los temas con el entorno.

Al oír el texto nuevamente, se pudo encontrar otro factor relacionado con la apatía y desinterés por aprender compatible con el proyecto de vida. El argumento del participante P2 así lo manifestó: "Casi poco, poco, o muy poco, tienen un proyecto de vida. Saben que no hay los recursos económicos para seguir en una educación superior. Y eso hace de que no esté motivado, de que haya un desinterés por aprender" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). En este fragmento se observó un tono reflexivo por parte del docente, quien a través de una estructura repetitiva ("poco, poco, o muy poco") fundamentó la idea de ausencia de metas personales en sus estudiantes.

La falta de un proyecto de vida lo relacionó como un factor importante en la desmotivación por aprender. En consecuencia, el alumnado perdió interés y desplegó una actitud de resignación frente al proceso educativo, en este caso hacia la química. El participante P1 señaló: "Entonces. En la medida en que los estudiantes se han despreocupado. Si porque ya ellos no se preocupan, no se interesan por nada" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). El participante P3 expresó: "lo que he visto a lo largo de los años es que el estudiante es, es un poquito como que ajeno, desinteresado, como que pone muchos obstáculos para para

aprender. Entonces pienso que, que para uno, como como docente de química, el reto está ahí. Alguna de las de las dificultades que he visto a lo largo de los años" (P3, Entrevista, 19 de octubre, 2025).

El participante P2 complementó: "Muchos estudiosos dicen que la motivación es interna, si el estudiante está motivado, y si tenemos un apoyo de los padres de familia, eee el estudiante se mete también en el cuento de querer aprender y comprender, y encuentra significado con la relación con la cotidianidad de lo que vemos en clase, entonces tiene un significado unificado de las ciencias naturales" (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025). En los discursos anteriores se presentaron diferencias en el tono y la atribución causal. El participante P1 empleó un lenguaje concluyente y generalizante ("no se interesan por nada"), lo que demostró una postura fehaciente y cerrada.

El participante P3 utilizó un discurso más matizado ("un poquito ajeno"), incorporó la rutina acumulada como docente a través de los años y reconoció que los docentes tienen un reto pedagógico. El participante P2 adoptó un discurso más reflexivo, explicativo y relacional, introduciendo conectores causales ("si…, entonces…"), lo que generó una argumentación más compleja. Las formas discursivas de los tres participantes revelaron distintas facetas del docente frente al fenómeno del desinterés estudiantil en el contexto educativo del municipio de Chinú.

En el plano del significado, el desinterés estudiantil se mostró como núcleo común, pero con matices diferentes. Para el participante P1, la apatía fue una condición casi intrínseca, propia e interna del estudiante. Para el participante P3, fue una actitud que se reveló como resistencia y obstáculo, pero no definitiva, pues es moldeada por el accionar del docente. En el participante P2, la motivación se concibió de forma intrínseca, dinámica y externa que se nutre con el acompañamiento familiar para encontrar significatividad en los aprendizajes. La motivación dejó de ser un rasgo individual y se convirtió en una construcción colectiva mediada por múltiples factores contextuales.

Desde el análisis sociocultural, los textos evidenciaron distintos niveles de reconocimiento sobre el desinterés escolar. El participante P1 le dio poca importancia a la participación del entorno y del sistema educativo en la motivación del estudiante, dando a

entender que la motivación por aprender es responsabilidad solo del estudiante. En cambio, los participantes P3 y P4 reconocieron tácitamente la responsabilidad ética y profesional del docente en torno al desinterés estudiantil. El participante P2 introdujo de forma explícita el contexto familiar, la motivación interna y la relación con la cotidianidad, estableciendo un enfoque sistémico del aprendizaje que reconoció múltiples dimensiones que median los procesos educativos en el municipio.

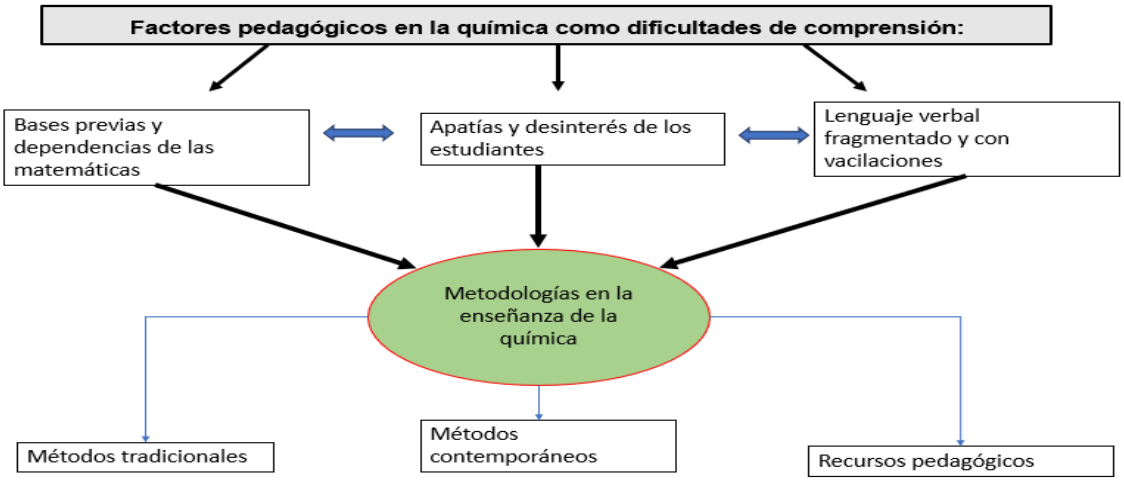
De esta forma se pudo concluir parcialmente que la comprensión emergió del estudiante como sujeto activo y situado, influenciado por múltiples dimensiones sociales y culturales del contexto educativo del municipio de Chinú. Sosa et al., (2020) documentaron hallazgos similares sobre las causas fundamentales de la actitud desfavorable hacia el aprendizaje de la química, señalando la descontextualización de los temas con respecto al entorno como factor determinante del desinterés estudiantil que se manifiesta en diversos contextos educativos colombianos, incluyendo las realidades específicas de municipios como Chinú en el departamento de Córdoba.

El participante P4 introdujo una dimensión crítica que los demás participantes no explicitaron con igual contundencia: la responsabilidad directa del docente en la generación de apatía: *"a veces esa apatía también va en el docente, hay muchos docentes que son muy estrictos, demasiado estrictos con la disciplina, entonces el estudiante le coge temor al docente y por ahí derecho a la asignatura, y ese temor se va convirtiendo en apatía"* (P4, Entrevista, 2025). Adicionalmente, P4 identificó la desconexión con el proyecto de vida como factor determinante: *"el proyecto de vida de un estudiante cuando está en grado 10 y 11 va hacia otras ramas, entonces piensan, la química para qué, si voy a estudiar derecho, lengua castellana, administración"* (P4, Entrevista, 2025).

Estos aportes enriquecen el análisis al incorporar la dimensión relacional y afectiva del proceso pedagógico, articulándose con la dimensión pedagógica del modelo en sus componentes de ambientes de aprendizaje colaborativos y seguros y el rol del docente como mediador y orientador, reconociendo que las condiciones emocionales del aula y la pertinencia percibida de los contenidos median directamente las disposiciones estudiantiles hacia el aprendizaje de la química en el municipio.

**Figura 12.**

*Red conceptual categorial del texto*




Fuente: Elaboración propia.

**Etapa 4: Releer el texto para sacar nuevas aristas (oír el texto)**

Una vez analizados e interpretados los textos mediante la fusión de horizontes, se pudo establecer en este estudio que socioculturalmente se encontró vigente históricamente una realidad arraigada por los participantes. Esto se pudo evidenciar en los discursos de los maestros cuando utilizaron los tipos de lenguaje para comunicar la química y en el discurso sobre las concepciones que tuvieron sobre las ciencias. Además de lo anterior, se encontró vigente porque fue la misma realidad del investigador, la cual la viene percibiendo por más de veinte años de experiencia como docente de química en diversas instituciones, no solo de Chinú, sino también de Colombia.

Al releer los textos con una mirada renovada después del primer proceso interpretativo, emergieron nuevas aristas y matices que no fueron completamente visibles en la lectura inicial. Esta relectura permitió descubrir dimensiones adicionales que enriquecieron las interpretaciones desarrolladas durante el análisis semántico previo. La primera arista nueva que emergió se relacionó con la complejidad del lenguaje verbal utilizado por los docentes en sus explicaciones de química, evidenciándose no solo fragmentación sino también un patrón recurrente de autocorrección que denotaba la dificultad para articular conceptos químicos complejos en un discurso oral coherente. Esta característica, que inicialmente se había

interpretado como simple fragmentación, reveló en la relectura una lucha constante del docente por encontrar las palabras apropiadas para comunicar conceptos abstractos, lo que añadió una dimensión de esfuerzo comunicativo genuino que no había sido suficientemente reconocida en el análisis inicial desarrollado sobre las prácticas pedagógicas del municipio.

Una segunda arista emergente se relacionó con la tensión entre el reconocimiento teórico de la importancia de los tres niveles del conocimiento químico de Johnstone y la dificultad práctica para implementarlos en las aulas del municipio de Chinú. Los participantes, especialmente P1, mostraron consciencia clara de que la ausencia de abordaje de la dimensión submicroscópica del conocimiento químico en las explicaciones docentes limitaba la construcción de significados científicos escolares en los estudiantes, situación que se origina en las concepciones epistemológicas tradicionales recibidas durante la formación inicial y no en las condiciones materiales de las instituciones, pues trabajar la dimensión submicroscópica no requiere laboratorio sino modelos de representación y estrategias didácticas apropiadas. Esta tensión entre saber teórico y capacidad práctica de implementación reveló una problemática más profunda relacionada con las brechas entre la formación docente y las demandas reales de la enseñanza de la química en contextos con limitaciones de recursos materiales y tecnológicos como el municipio estudiado.

Una tercera arista que emergió en la relectura se relacionó con la matematización de la química como fenómeno cultural arraigado no solamente en las prácticas individuales de los docentes, sino en las expectativas institucionales y sociales sobre lo que significa "enseñar química" en el contexto educativo colombiano. Los participantes revelaron que esta matematización respondía no solo a sus propias concepciones sino también a presiones externas relacionadas con pruebas estandarizadas y expectativas de los estudiantes sobre cómo "debería" ser una clase de química. Esta dimensión institucional y cultural de la matematización no había sido suficientemente reconocida en el análisis inicial, revelando que el problema trasciende las decisiones pedagógicas individuales para constituirse en un fenómeno sistémico del contexto educativo del municipio y del departamento cordobés.

Una cuarta arista identificada en la relectura se relacionó con la apatía estudiantil no simplemente como consecuencia de factores pedagógicos deficientes, sino como resultado de

una compleja interacción entre factores socioeconómicos (ausencia de proyecto de vida por limitaciones económicas), factores pedagógicos (enseñanza descontextualizada y tradicional), y factores epistemológicos (lenguajes abstractos sin anclaje en experiencias concretas). Esta comprensión más compleja de la apatía reveló que las soluciones no pueden ser meramente pedagógicas sino que deben considerar las dimensiones sociales, económicas y culturales que median los procesos educativos en contextos rurales como el municipio de Chinú, requiriendo intervenciones multidimensionales que trasciendan el ámbito estrictamente didáctico.

Una quinta arista que emergió se relacionó con la evolución personal que algunos docentes experimentaron a lo largo de su trayectoria profesional, transitando desde concepciones tradicionalistas hacia perspectivas más constructivistas, aunque este tránsito resultó incompleto y coexistieron elementos de ambos paradigmas en sus prácticas cotidianas. Esta coexistencia paradigmática, que inicialmente se interpretó como inconsistencia o contradicción, reveló en la relectura un proceso genuino de transformación profesional que se desarrolla en medio de tensiones entre formaciones iniciales tradicionales, experiencias profesionales acumuladas y nuevas comprensiones adquiridas. Este reconocimiento de la evolución docente añadió una dimensión temporal y procesual que enriqueció la comprensión del fenómeno estudiado en las instituciones educativas del municipio.

Una sexta arista identificada se relacionó con la ausencia de recursos materiales (laboratorios, reactivos, tecnología) no simplemente como limitación técnica sino como factor que refuerza concepciones epistemológicas tradicionales sobre la química. La imposibilidad de realizar experimentos abiertos conduce a los docentes a refugiarse en explicaciones teóricas y representaciones simbólicas, lo que a su vez perpetúa una visión de la química como ciencia abstracta desconectada de la experiencia sensorial. Esta retroalimentación entre limitaciones materiales y concepciones epistemológicas reveló un círculo vicioso que dificulta la transformación de las prácticas pedagógicas en contextos con recursos limitados como el municipio de Chinú, sugiriendo que las intervenciones deben abordar simultáneamente las dimensiones materiales y conceptuales del problema para lograr transformaciones genuinas y sostenibles.

Una séptima arista que emergió se relacionó con la función que cumplen las concepciones epistemológicas tradicionales como mecanismos de supervivencia profesional en contextos educativos desafiantes. Los docentes que enfrentan aulas numerosas, estudiantes desmotivados, ausencia de recursos y presiones institucionales múltiples, encuentran en la enseñanza tradicional transmisiva un refugio que les permite "cubrir el programa" y mantener cierto orden en condiciones adversas. Esta comprensión más empática del tradicionalismo pedagógico no lo justifica, pero sí lo sitúa en su contexto, revelando que las transformaciones pedagógicas genuinas requieren no solamente cambios conceptuales en los docentes sino también mejoras sustanciales en las condiciones materiales y organizativas donde desarrollan su labor profesional en el municipio estudiado.

Estas nuevas aristas identificadas en la relectura complejizaron sustancialmente la comprensión inicial del fenómeno, revelando dimensiones que no fueron completamente visibles en el primer análisis pero que resultan fundamentales para construir un modelo teórico que responda genuinamente a las necesidades del contexto educativo del municipio de Chinú. La relectura permitió transitar desde comprensiones más simples y lineales hacia comprensiones más complejas y sistémicas que reconocen la multidimensionalidad del fenómeno estudiado, preparando el terreno para la construcción del modelo teórico que se desarrollará en la siguiente etapa del proceso hermenéutico aplicado sistemáticamente a lo largo de esta investigación doctoral.

**Etapa 5: Aplicar el sentido, búsqueda de vigencia histórica (énfasis en el contexto sociocultural)**

Esta etapa del método hermenéutico se relacionó con el contexto sociocultural donde se desarrollaron los hechos educativos, el cual condicionó la manera de actuar y de pensar de los informantes, al tiempo que se buscó determinar qué tan vigente fue históricamente lo que se interpretó en las etapas anteriores. La aplicación del sentido implicó situar las comprensiones desarrolladas en el contexto específico del municipio de Chinú, departamento de Córdoba, reconociendo las tradiciones pedagógicas, las condiciones materiales, las políticas

educativas y los factores socioculturales que mediaron tanto el fenómeno estudiado como las interpretaciones desarrolladas sobre la enseñanza de la química en educación media.

### Tradiciones pedagógicas heredadas en la enseñanza de la química

La primera de estas dimensiones contextuales se relaciona con las tradiciones pedagógicas heredadas que operan en las instituciones educativas del municipio de Chinú. Los discursos de los participantes mostraron la transmisión de las concepciones tradicional científicas de la naturaleza de las ciencias y del conocimiento científico, concepciones que de una generación a otra se han transmitido de docentes a través de los programas de formación inicial, las prácticas de enseñanza que se observan en las etapas formativas y las culturas institucionales que privilegian ciertos enfoques pedagógicos por sobre otros. Esta tradición se hizo evidente en la concepción de la observación como un punto de partida neutral del conocimiento científico, en la receta, y en la secuencia lineal de hipótesis teorías leyes que fue recurrente en los discursos analizados.

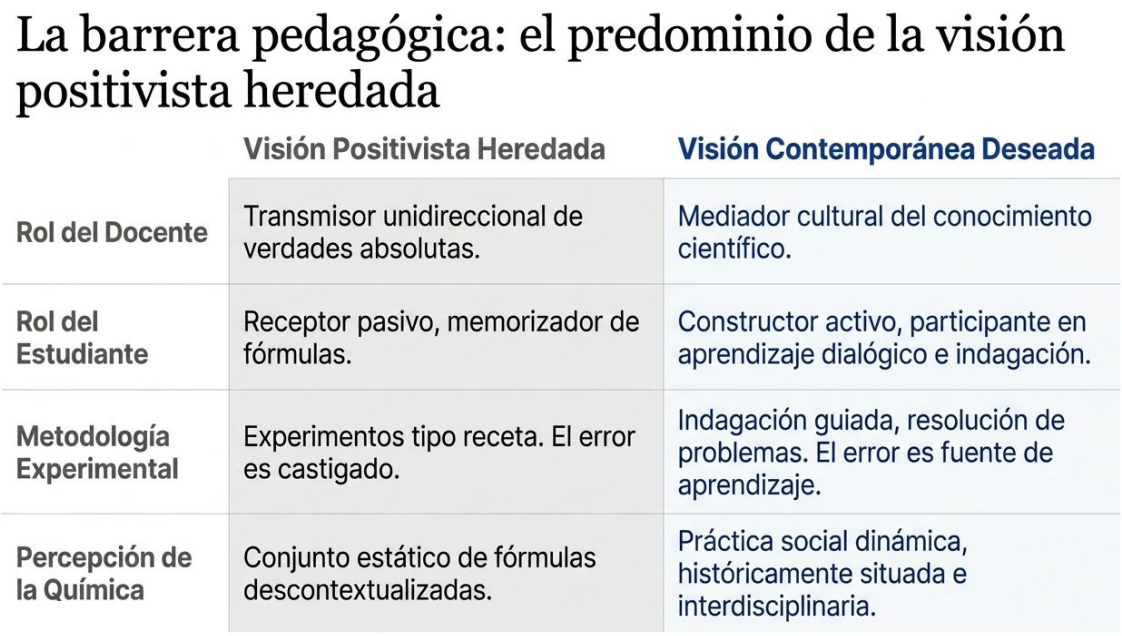
Estas tradiciones pedagógicas provienen de la consolidación del sistema educativo colombiano durante los modelos positivistas de enseñanza de la ciencia, que enfatizaban la entrega de contenidos, la verificación experimental y la memorización de fórmulas y nomenclaturas. Aunque las políticas educativas propuestas a nivel nacional han buscado enfoques más constructivistas y socioculturales desde la Ley General de Educación de 1994 y las Directrices Curriculares, estas innovaciones no han permeado completamente las prácticas cotidianas, especialmente en Chinú, donde las tradiciones pedagógicas más antiguas continúan siendo reproducidas a través de la socialización profesional de los nuevos docentes y los sesgos institucionales que promueven la continuidad en lugar del cambio en las formas de enseñar química.

La vigencia histórica de estas tradiciones pedagógicas se confirma al constatar que los mismos patrones identificados en esta investigación han sido documentados en estudios previos desarrollados en diversos contextos del país. González (2021) identificó que el 80% de los docentes de química en Bogotá manifestaba concepciones de corte empirista, dato que coincide sustancialmente con los hallazgos de este estudio en el contexto del municipio

cordobés. Cabrera (2016) documentó la persistencia de enfoques transmisivos y recetistas en la enseñanza de conceptos de química orgánica. Vargas (2022) identificó problemas comunicativos derivados del uso no reflexivo de múltiples lenguajes químicos sin explicitación de códigos. Esta convergencia de hallazgos en diversos contextos colombianos sugiere que las tradiciones pedagógicas identificadas en Chinú no constituyen particularidades locales sino expresiones contextualizadas de patrones más amplios del sistema educativo nacional.

Sin embargo, también emergieron en los discursos indicios de transformación de estas tradiciones, particularmente en el participante P1 quien manifestó explícitamente su tránsito desde enfoques tradicionales hacia perspectivas más constructivistas a lo largo de su trayectoria profesional de más de veinte años. Esta coexistencia de tradiciones heredadas y esfuerzos de transformación sugiere que el contexto educativo del municipio de Chinú se encuentra en un momento de transición donde conviven paradigmas tradicionales arraigados con intentos incipientes de renovación pedagógica. La vigencia histórica de lo interpretado se confirma al reconocer que estas tensiones entre tradición e innovación han caracterizado la educación científica colombiana durante las últimas décadas, constituyendo un fenómeno persistente que trasciende contextos particulares pero que se manifiesta de formas específicas según las condiciones locales de cada institución y municipio del país, pero siempre manteniendo los mismos criterios pedagógicos como lo muestra la tabla 8.

**Tabla 8.**
*La barrera pedagógica: el predominio de la visión positivista heredada.*



La barrera pedagógica: el predominio de la visión positivista heredada

| | Visión Positivista Heredada | Visión Contemporánea Deseada |
|---|---|---|
| Rol del Docente | Transmisor unidireccional de verdades absolutas. | Mediador cultural del conocimiento científico. |
| Rol del Estudiante | Receptor pasivo, memorizador de fórmulas. | Constructor activo, participante en aprendizaje dialógico e indagación. |
| Metodología Experimental | Experimentos tipo receta. El error es castigado. | Indagación guiada, resolución de problemas. El error es fuente de aprendizaje. |
| Percepción de la Química | Conjunto estático de fórmulas descontextualizadas. | Práctica social dinámica, históricamente situada e interdisciplinaria. |

Nota: elaboración propia mediante inteligencia artificial generativa. (Notebookml, 2026), a partir de los resultados de la investigación.

**Condiciones materiales e infraestructura educativa en Chinú**

La segunda dimensión contextual fundamental se relacionó con las condiciones materiales e infraestructura educativa del municipio de Chinú que mediaron significativamente las prácticas de enseñanza de la química. Los participantes expresaron consistentemente la ausencia o el deterioro de laboratorios de química, la carencia de reactivos y materiales para experimentación, y las limitaciones en recursos tecnológicos como computadores, proyectores y conectividad a internet. Estas limitaciones materiales no constituyen simplemente obstáculos técnicos que dificultan la implementación de ciertas estrategias didácticas, sino que configuran el horizonte de posibilidades pedagógicas disponibles para los docentes, condicionando lo que es factible enseñar y cómo es posible enseñarlo en las instituciones educativas públicas del municipio cordobés.

Las condiciones materiales limitadas del municipio de Chinú reflejan problemáticas estructurales más amplias que caracterizan la educación rural y de municipios pequeños en

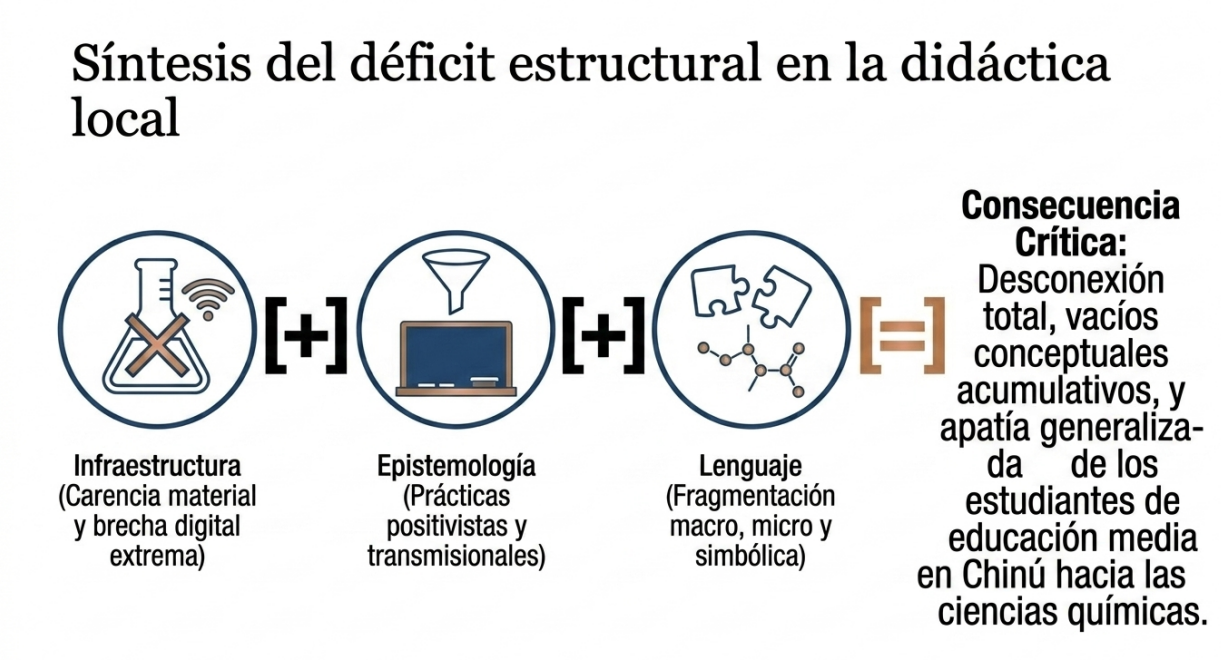
Colombia. Según Ávila et al., (2020), solo el 38% de las instituciones educativas públicas del país cuentan con laboratorios de ciencias funcionales, cifra que desciende al 19% en zonas rurales. El municipio de Chinú, con su economía basada principalmente en agricultura y ganadería, enfrenta limitaciones presupuestales que restringen la inversión en infraestructura educativa, situación agravada por la baja densidad poblacional que dificulta economías de escala en la provisión de recursos educativos especializados. Estas condiciones materiales han permanecido relativamente estables durante décadas, confirmando la vigencia histórica de las limitaciones que mediaron las prácticas pedagógicas documentadas en este estudio.

Las limitaciones materiales condicionan particularmente la posibilidad de trabajar el nivel submicroscópico de la química mediante visualizaciones, simulaciones y modelizaciones que requieren tecnología. Los participantes expresaron que utilizan predominantemente los niveles macroscópico y simbólico precisamente porque las condiciones materiales disponibles facilitan estos enfoques mediante explicaciones verbales, representaciones en el tablero y ejercicios en papel. La ausencia de laboratorios funcionales limita las experiencias de experimentación abierta que podrían promover comprensiones más constructivistas sobre la naturaleza de la ciencia, reforzando en cambio aproximaciones transmisivas donde el conocimiento se presenta como información desconectada de la experiencia sensorial directa. Esta retroalimentación entre condiciones materiales, enfoques pedagógicos y lenguajes utilizados en las ciencias revela cómo los factores contextuales moldean las prácticas de enseñanza de maneras que trascienden las decisiones individuales de los docentes participantes. Sin embargo, también emergieron estrategias de adaptación creativa que los docentes han desarrollado para enfrentar estas limitaciones materiales. El participante P1 mencionó utilizar materiales cotidianos como papel para demostrar reacciones químicas básicas; el participante P2 señaló el uso de simuladores digitales cuando hay acceso temporal a tecnología. Estas adaptaciones revelan la agencia profesional que los docentes ejercen dentro de las restricciones contextuales, desarrollando estrategias situadas que responden a las condiciones específicas del municipio. La vigencia histórica de estas estrategias de adaptación se confirma al reconocer que los docentes colombianos en contextos con recursos limitados han desarrollado históricamente prácticas creativas de "hacer lo posible con lo disponible",

generando un saber pedagógico experiencial valioso aunque frecuentemente invisibilizado en las investigaciones educativas que se centran en déficits más que en capacidades contextualizadas.

Hasta aquí se puede interpretar que hay un déficit estructural en la didáctica local del municipio de Chinú- Córdoba, relacionado con la infraestructura, la epistemología y lenguaje tal como lo muestra la siguiente figura 13.

**Figura 13.**
*Síntesis del déficit estructural en la didáctica local.*




Nota: elaboración propia mediante inteligencia artificial generativa. (Notebookml, 2026), a partir de los resultados de la investigación.

**Formación docente en química en el contexto regional**

La tercera dimensión contextual se relacionó con las características de la formación docente en química que han recibido los participantes, formación que ocurrió predominantemente en universidades regionales del departamento de Córdoba y departamentos vecinos. Los cuatro participantes del estudio se formaron en programas de licenciatura en ciencias naturales con énfasis en química y biología, o en programas de química

pura, que son las ofertas formativas disponibles en la región. Estos programas de formación inicial proporcionaron conocimientos disciplinares sólidos sobre contenidos químicos, pero formación más limitada en didáctica específica de la química, epistemología de las ciencias y uso pedagógico de lenguajes científicos, según manifestaron los propios participantes durante las entrevistas desarrolladas.

La formación docente recibida en el contexto regional reflejó las concepciones epistemológicas predominantes en los programas universitarios que los formaron, los cuales frecuentemente reproducen enfoques tradicionales de enseñanza de las ciencias que privilegian la transmisión de contenidos disciplinares sobre la formación pedagógica y didáctica especializada. González (2021) documentó que el 72% de las instituciones educativas en regiones con mayor ruralidad carecen de docentes con formación específica en didáctica de las ciencias, situación que coincide con las características del contexto de Chinú donde los participantes manifestaron haber desarrollado su conocimiento didáctico principalmente a través de la experiencia profesional acumulada más que mediante formación sistemática en este campo. Esta característica de la formación docente regional explica parcialmente la persistencia de concepciones epistemológicas tradicionales y el uso no reflexivo de lenguajes químicos identificados en el análisis desarrollado.

Sin embargo, algunos participantes han buscado actualización profesional mediante estudios de posgrado, como el caso del participante P1 que realizó una maestría en educación con énfasis en enseñanza de las ciencias. Estos procesos de formación continua han contribuido a desarrollar perspectivas más contemporáneas sobre la enseñanza de la química, evidenciándose en el discurso más reflexivo y crítico de este participante sobre sus propias prácticas pedagógicas. La disponibilidad de programas de posgrado en educación en universidades regionales se ha incrementado durante las últimas dos décadas, constituyendo una oportunidad para la actualización profesional de docentes en ejercicio. Sin embargo, el acceso a estos programas sigue siendo limitado por factores económicos, de tiempo y de distancia geográfica que afectan particularmente a docentes de municipios pequeños como Chinú donde las ofertas formativas locales son escasas.

La vigencia histórica de las características de la formación docente se confirma al reconocer que los modelos formativos que experimentaron los participantes han sido relativamente estables durante las últimas décadas en el contexto regional colombiano. Aunque a nivel de políticas nacionales se han promovido reformas en la formación inicial de docentes enfatizando el componente pedagógico y didáctico, la implementación de estas reformas en universidades regionales ha sido desigual y gradual. Los participantes que se formaron hacen más de quince años recibieron formaciones donde predominaba el modelo transmisivo centrado en contenidos disciplinares, mientras que participantes con formaciones más recientes o con estudios de posgrado manifestaron mayor familiaridad con enfoques constructivistas y socioculturales. Esta diversidad generacional en la formación recibida explica parcialmente las diferencias observadas en los discursos de los participantes sobre la enseñanza de la química en el municipio estudiado.

**Cultura escolar y valoración de las ciencias en la comunidad**

La cuarta dimensión contextual se relacionó con la cultura escolar y la valoración social de las ciencias en la comunidad del municipio de Chinú. Los participantes manifestaron que los estudiantes y sus familias frecuentemente perciben la química como una asignatura difícil, abstracta y desconectada de su realidad cotidiana, percepciones culturalmente arraigadas que se transmiten generacionalmente y que configuran expectativas negativas que median los procesos de aprendizaje. Esta valoración cultural de la química como ciencia inaccesible constituye un factor contextual que trasciende el ámbito estrictamente pedagógico para situarse en el plano de las representaciones sociales compartidas por la comunidad educativa del municipio cordobés.

La economía del municipio de Chinú basada en agricultura, ganadería e incipiente industria del calzado genera en las familias percepciones sobre la relevancia diferenciada de distintos aprendizajes escolares. Los participantes expresaron que muchos estudiantes y sus familias no perciben claramente las aplicaciones prácticas del conocimiento químico en sus contextos cotidianos, considerándolo conocimiento abstracto relevante principalmente para quienes aspiran a estudios universitarios en carreras científicas, pero no para la vida práctica en

el municipio. Esta percepción cultural contribuye a la desmotivación estudiantil identificada, generando círculos de desvalorización donde las bajas expectativas familiares y comunitarias se traducen en menor esfuerzo estudiantil, menores logros académicos y reforzamiento de las percepciones negativas iniciales sobre la química como ciencia inaccesible.

Sin embargo, también existen en la comunidad espacios de valoración de la educación y particularmente de las ciencias como vehículos de movilidad social. Las familias del municipio que aspiran a que sus hijos accedan a educación superior valoran positivamente el dominio de áreas como la química que son consideradas fundamentales para carreras universitarias. Los participantes mencionaron que algunos estudiantes, particularmente aquellos con aspiraciones claras de estudios superiores, muestran mayor motivación e interés por aprender química, sugiriendo que las valoraciones culturales no son homogéneas, sino que coexisten perspectivas diversas según los proyectos de vida familiares. Esta heterogeneidad en las valoraciones culturales representa tanto un desafío como una oportunidad para la enseñanza de la química en el municipio estudiado.

La cultura escolar específica de las instituciones donde laboran los participantes también media las prácticas de enseñanza de la química. Los participantes mencionaron presiones institucionales relacionadas con "cubrir el programa", preparar estudiantes para pruebas estandarizadas como las pruebas Saber 11, y cumplir con reportes administrativos múltiples que consumen tiempo que podría dedicarse a la preparación de clases y reflexión pedagógica. Estas presiones institucionales favorecen enfoques transmisivos eficientes para cubrir contenidos amplios en tiempos limitados, dificultando la implementación de metodologías más constructivistas que demandan mayor tiempo por tema pero que potencialmente generan comprensiones más profundas. La vigencia histórica de estas presiones institucionales se confirma al reconocer que han caracterizado el sistema educativo colombiano durante décadas, intensificándose con la implementación de políticas de rendición de cuentas basadas en resultados en pruebas estandarizadas que condicionan la evaluación institucional y docente.

**Políticas educativas nacionales y realidades locales**

La quinta dimensión contextual abordó las distancias entre las políticas educativas nacionales y las prácticas locales en el municipio de Chinú que concretan las orientaciones curriculares y pedagógicas nacionales. Los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales, los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje proponen orientaciones pedagógicas que favorecen enfoques constructivistas, el desarrollo de competencias científicas, la contextualización del aprendizaje y el pensamiento crítico. Sin embargo, la implementación de estas orientaciones en contextos como Chinú enfrenta múltiples obstáculos relacionados con las condiciones materiales limitadas, la formación docente insuficiente en nuevos enfoques pedagógicos, las culturas institucionales tradicionales y las presiones para cubrir programas extensos en tiempos limitados.

Esta brecha entre política y práctica no es específica del municipio de Chinú sino que caracteriza amplios sectores del sistema educativo colombiano, particularmente en zonas rurales y municipios pequeños donde las condiciones contextuales difieren sustancialmente de los escenarios imaginados por los diseñadores de políticas. Los participantes manifestaron conocer las orientaciones nacionales sobre enseñanza de ciencias pero enfrentar dificultades para implementarlas dadas las condiciones específicas de sus contextos laborales. Esta situación genera tensiones profesionales donde los docentes se sienten evaluados por estándares que presuponen condiciones (laboratorios funcionales, acceso a tecnología, grupos pequeños de estudiantes, tiempo para planificación) que frecuentemente no están disponibles en sus instituciones del municipio cordobés.

La vigencia histórica de estas brechas entre políticas y prácticas se confirma al reconocer que han sido documentadas consistentemente en investigaciones educativas colombianas durante las últimas décadas. Parra (2022) identificó que existe un desfase significativo entre una enseñanza tradicional persistente en las aulas y lo que las políticas educativas proponen que debiera enseñarse en química. Vargas (2022) documentó que las orientaciones sobre enseñanza contextualizada de las ciencias enfrentan obstáculos sistemáticos para su implementación en contextos con recursos limitados. Estas brechas persistentes sugieren que la transformación genuina de las prácticas pedagógicas requiere no solamente reformular

políticas y documentos curriculares, sino intervenir simultáneamente en las condiciones materiales, la formación docente y las culturas institucionales que median la implementación efectiva de las orientaciones establecidas a nivel nacional.

Sin embargo, también emergieron evidencias de apropiación creativa de las políticas por parte de los docentes, quienes selectivamente implementan aquellos aspectos que resultan viables en sus contextos específicos. El participante P1 mencionó incorporar estrategias como exploración de ideas previas, preguntas problematizadoras e indagación, que corresponden a orientaciones establecidas en los documentos curriculares nacionales. Esta apropiación selectiva revela que los docentes no son receptores pasivos de políticas sino agentes que interpretan, adaptan y contextualizan las orientaciones según sus comprensiones profesionales y las condiciones específicas donde laboran. Reconocer esta agencia docente resulta fundamental para comprender las formas complejas en que las políticas educativas se materializan en prácticas concretas en contextos diversos como el municipio de Chinú, donde la implementación adquiere características específicas mediadas por las múltiples dimensiones contextuales que se han analizado en esta etapa del proceso hermenéutico.

**Etapa 6: Teorización y nuevos interrogantes**

La capacidad de teorizar implica una habilidad creativa mediante la cual se realizan esfuerzos para fusionar hallazgos de la investigación en un todo coherente de manera sistemática y ordenada. Esta habilidad cognitiva implica varias tareas de procesamiento de información, como la percepción, comparación, contraste, integración y unificación de datos, así como la adición, organización y articulación de vínculos y relaciones entre las categorías, conceptos y conocimientos que surgían de los datos que el investigador recopiló durante el trabajo de campo en las instituciones educativas del municipio de Chinú. Fue necesario que las ideas que fueron emergiendo se exploraran a profundidad y desde diferentes puntos de vista, lo cual dio sustento a la teoría que se construyó, permitiendo ampliarla según los hallazgos obtenidos del análisis interpretativo desarrollado.

**Hacia un modelo teórico emergente: síntesis de constructos fundamentales**

El proceso hermenéutico desarrollado a lo largo de esta investigación permitió identificar tres constructos teóricos fundamentales que emergen de los discursos de los maestros participantes y que constituyen la base para la elaboración de un modelo teórico para la enseñanza de la química en el contexto educativo del municipio de Chinú. Estos constructos no surgieron de manera aislada sino que se fueron configurando progresivamente mediante el movimiento circular hermenéutico entre las precomprensiones iniciales, el análisis formal de los textos, la fusión de horizontes interpretativos, la relectura para identificar nuevas aristas, y la aplicación del sentido considerando la vigencia histórica y sociocultural de lo interpretado en las instituciones educativas del departamento cordobés.

El primer constructo teórico se relacionó con los factores epistemológicos para mejorar la comprensión de la química, los cuales tienen que ver con el lenguaje abstracto de la química, su complejidad, los principios matemáticos y los niveles del conocimiento quimico. Los hallazgos evidenciaron que la química como disciplina científica presenta características epistemológicas específicas que median su enseñanza y aprendizaje: utiliza conceptos abstractos que no son directamente observables, requiere la articulación de múltiples niveles de representación (macroscópico, submicroscópico y simbólico), emplea lenguajes especializados con códigos y formatos sintácticos propios, y demanda modelación matemática que debe subordinarse a la comprensión conceptual más que constituirse en matematización mecánica descontextualizada del municipio estudiado.

El segundo constructo teórico correspondió a las concepciones epistemológicas de las ciencias en la enseñanza de la química, las cuales están relacionadas con las formas en que se reconstruye el conocimiento científico en las aulas. Los hallazgos documentaron que persisten concepciones tradicionales de corte empirista-positivista que presentan la observación como fuente neutral de conocimiento, la experimentación como verificación mediante pasos lineales, y las teorías como generalizaciones inductivas. Estas concepciones median las prácticas pedagógicas limitando las oportunidades para desarrollar comprensión profunda sobre la naturaleza del conocimiento científico. El constructo emergente estableció la necesidad de transitar hacia concepciones contemporáneas socioculturales que reconozcan la ciencia como

construcción social históricamente situada, donde el conocimiento químico se construye mediante procesos dialógicos, flexibles y abiertos al debate argumentado en el contexto del municipio de Chinú.

El tercer constructo teórico se refirió a los factores pedagógicos relacionados con la forma en que enseñamos y comunicamos la información científica relacionada con la química. Los hallazgos identificaron múltiples dimensiones pedagógicas que median la comprensión de la química: problemas comunicacionales derivados del uso fragmentado del lenguaje verbal, la necesidad de articular coherentemente múltiples lenguajes químicos (verbal, gráfico, simbólico, matemático), la importancia de explorar bases previas antes de introducir nuevos conceptos, la relevancia de metodologías que superen el tradicionalismo transmisivo para promover construcción activa de conocimiento, la necesidad de contextualización mediante química cotidiana del entorno, y el papel fundamental de los recursos pedagógicos como mediadores del aprendizaje en las instituciones educativas del municipio cordobés.

Estos tres constructos teóricos emergentes se articulan sistémicamente reconociendo que las dificultades de comprensión de la química no derivan de factores aislados sino de la interacción compleja entre dimensiones epistemológicas (naturaleza abstracta de la química, niveles representacionales, principios matemáticos), dimensiones relacionadas con concepciones sobre la ciencia (formas de construir y validar conocimiento), y dimensiones pedagógicas (metodologías, lenguajes, recursos, contextualización). La comprensión profunda de estas interacciones constituye el fundamento necesario para elaborar un modelo teórico comprehensivo que responda a las necesidades específicas del contexto educativo del municipio de Chinú, reconociendo tanto sus limitaciones como sus posibilidades para la transformación de las prácticas de enseñanza de la química.

La integración de estos constructos teóricos configura los cimientos de un modelo para la enseñanza de la química que será desarrollado en profundidad en el capítulo siguiente de esta investigación. Este modelo emergente reconoce la complejidad del fenómeno educativo, las tensiones entre tradiciones heredadas y necesidades de transformación, las limitaciones materiales y contextuales que median las prácticas pedagógicas, y las capacidades reflexivas y creativas que los docentes ejercen en contextos desafiantes. El modelo que se desarrollará

busca proporcionar orientaciones viables y fundamentadas para mejorar la enseñanza de la química en educación media, articulando dimensiones epistemológicas, lingüísticas, metodológicas y evaluativas de manera coherente con las realidades del municipio de Chinú y contextos educativos similares del departamento de Córdoba.

# MOMENTO V

## CONSTRUCCIÓN DEL MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADO EN EL LENGUAJE Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS.

En este capítulo se presentan algunas consideraciones y reflexiones teóricas sobre la enseñanza de la química fundamentadas en los discursos de los maestros participantes, los cuales brindan un aporte teórico y pedagógico para la elaboración de un modelo en la enseñanza de la química que integre las concepciones epistemológicas de las ciencias químicas y sus lenguajes. La construcción del modelo teórico emergente constituye el momento culminante del proceso hermenéutico desarrollado, donde las comprensiones interpretativas generadas mediante la fusión de horizontes entre el investigador y los informantes clave se articulan sistemáticamente para responder al propósito general de proponer un modelo teórico contextualizado que transforme las prácticas pedagógicas en la enseñanza de la química en educación media del municipio de Chinú, departamento de Córdoba.

El análisis hermenéutico desarrollado en el Momento IV reveló tres constructos teóricos fundamentales que emergieron de los discursos de los maestros participantes y que constituyen la base para la elaboración del modelo propuesto. Estos constructos no surgieron de manera aislada, sino que se configuraron progresivamente mediante el movimiento circular hermenéutico entre las precomprensiones iniciales, el análisis formal de los textos, la fusión de horizontes interpretativos, la relectura para identificar nuevas aristas, y la aplicación del sentido considerando la vigencia histórica y sociocultural de lo interpretado en las instituciones educativas del municipio cordobés.

### Constructos Teóricos Fundamentales Emergentes

### Factores epistemológicos para mejorar la comprensión de la química

La química como ciencia estudia los materiales, sus propiedades, su composición, sus cambios energéticos y sus transformaciones. Estos materiales se presentan en la naturaleza bajo dos realidades fundamentales que deben articularse para lograr comprensión profunda: la primera está relacionada con todo lo que se puede ver, tocar, medir y sentir mediante los órganos de los sentidos, denominada química macroscópica; la segunda está relacionada con lo que no se puede observar directamente, considerada la química submicroscópica que involucra entidades como átomos, moléculas, iones y sus interacciones no visibles a simple vista en el contexto educativo del municipio de Chinú.

Ontológicamente, para comprender la química se necesita entender que estas dos realidades están mediadas por un lenguaje de símbolos y fórmulas que representan ambas dimensiones. Diversos autores los denominan niveles de la química, clasificándolos en nivel macroscópico (fenómenos observables), nivel simbólico (fórmulas, ecuaciones, símbolos) y nivel submicroscópico (entidades moleculares no observables). La articulación sistemática de estos tres niveles constituyó un factor epistemológico fundamental identificado en los hallazgos para que los estudiantes construyan comprensiones coherentes e integradas sobre los fenómenos químicos que se estudian en educación media.

El problema radica en que la mayoría de las veces, los docentes y expertos en el área utilizan predominantemente una sola representación —el lenguaje simbólico— para comunicar la información científica relacionada con la química, convirtiéndose en un ente abstracto que no tiene significación para quien recibe ese conocimiento, ya que se encuentra muy alejado de la realidad que pueden observar. Aquí radica la abstracción de la química como factor epistemológico problemático para ser enseñada: consiste en representar y comunicar un conocimiento sin tener en cuenta el nivel macroscópico observable y el nivel submicroscópico explicativo de las sustancias y sus transformaciones. Como señaló el participante P1: *"estos conceptos abstractos muchas veces deben estar, digamos, anclados o deben estar, deben tener una base para que el estudiante pueda comprenderlos"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

En este sentido, cuando estas representaciones abstractas configuran un concepto que se desea comunicar y construir en los estudiantes, se enseña de manera densa y compleja. Aunado a esto se añade un lenguaje fragmentado sin formatos sintácticos coherentes,

careciendo de significación en el estudiantado por no encontrarle lógica ni conexión con experiencias previas. Lo cual hace que la química se vea culturalmente como una disciplina difícil, abstracta y compleja para ser comprendida por el estudiantado del municipio de Chinú, percepción que se transmite generacionalmente y se refuerza mediante experiencias de fracaso escolar.

A manera de reflexión emergente de los hallazgos, la enseñanza de la química debe fundamentarse transitando desde lo más simple hacia lo más complejo y desde lo concreto hacia lo más abstracto para buscar significación y comprensión de lo que se desea enseñar. Esto implica iniciar con fenómenos observables del entorno cotidiano, modelizar submicroscópicamente lo que ocurre a nivel molecular utilizando representaciones apropiadas, y finalmente representar simbólicamente mediante fórmulas y ecuaciones, explicitando en cada transición las conexiones entre los niveles para construir comprensión integrada.

En este mismo sentido, la reflexión apunta a otro factor epistemológico en la enseñanza de la química que tiene que ver con los principios o bases matemáticas de álgebra y aritmética. Por su naturaleza científica y epistemológica, esta asignatura está relacionada con la medición de cada una de las variables que influyen en el fenómeno químico. La idea no es repetir mecánicamente un ejercicio matemático; por el contrario, es buscar una modelación matemática del fenómeno químico que se está construyendo, y en lo posible que sea articulada con los tres niveles de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico para que el estudiante logre una mejor comprensión del fenómeno más allá de la operación numérica descontextualizada. El participante P1 expresó claramente esta problemática: *"los estudiantes son capaces a veces de hacer los procedimientos. Pero, procedimientos mecánicos, ellos a veces no, no, reflexiona sobre realmente qué quiere decir, esa fórmula matemática*" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

**Concepciones epistemológicas de las ciencias en la enseñanza de la química**

Desde la perspectiva emergente y contextual de esta investigación desarrollada en el municipio de Chinú, las concepciones epistemológicas de las ciencias se definen como un sistema de creencias que presentan los sujetos sobre las ciencias, resaltando sus procesos epistemológicos en la construcción del conocimiento científico, no solo desde los aspectos

instrumentales, sino también los procesos socioepistémicos en la evolución y validación de estos. Estas concepciones median significativamente las prácticas pedagógicas desarrolladas por los docentes participantes, influyendo en qué se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa en las clases de química del contexto educativo estudiado.

Así, para el contexto educativo es fundamental entender que las ciencias son una construcción social, humana e influenciada por la cultura, lo que implica hacer de las ciencias un proceso formativo donde se introduzca lo natural, lo humano y lo contextual. Con este dinamismo de las ciencias, se pretende sacar las ciencias del laboratorio y darle un sentido más humano, donde se articule lo experiencial, la razón y lo existencial, favoreciendo la comprensión de dichos procesos en el contexto educativo del municipio de Chinú. Esta visión contrasta con las concepciones tradicionales positivistas que presentan la ciencia como conocimiento definitivo, objetivo y descontextualizado que emergieron en los discursos de los participantes del estudio.

Para lograrlo, hay que repensar y reflexionar sobre las creencias dogmáticas y rígidas que se tienen de las ciencias, que han sido heredadas del positivismo clásico, donde se enseñan verdades absolutas y se castiga el "error". Desde esta perspectiva se enseña desde la base de un conocimiento definitivo, estático, sin espacio para la duda, la crítica y la incertidumbre. Los hallazgos de esta investigación evidenciaron que estas concepciones tradicionales persisten en las prácticas pedagógicas de los docentes del municipio, manifestándose cuando el participante P2 señaló: *"la teoría es lo que se ha experimentado a gran escala, comprobado como tal. Y la ley la entiendo que es algo como es universal que no admite discusión, que ya es un hecho real"* (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025), limitando las oportunidades para desarrollar pensamiento crítico y comprensión profunda sobre la naturaleza del conocimiento científico.

La química es una ciencia, y como tal, para ser reconstruida en las aulas de clase se debe reflexionar sobre estas creencias y poder así avanzar en la comprensión de los fenómenos químicos. Compete a los maestros de química buscar la mejor forma que conlleve a una estrategia didáctica que permita entender la construcción, evolución y validación del conocimiento químico como un proceso dialógico de interacción de teorías, donde se permita

el debate, la crítica y la refutación de las mismas. De esta manera se podría avanzar hacia un pensamiento crítico para enfrentar el mundo cambiante de hoy en día.

Considerando el impacto significativo de los hallazgos sobre la observación, las hipótesis, teorías, leyes y la experimentación, se debe considerar que no son pasos de recetas que se deben cumplir al pie de la letra para construir y validar el conocimiento de las ciencias químicas. Más bien se debe pensar en que estos procesos epistémicos son importantes para la construcción del conocimiento científico; pero la reflexión radica en hacer de las ciencias un proceso cíclico, abierto, flexible, dinámico de interacción, asociado a procesos sociológicos de acción recíproca de teorías en permanente diálogo para poder avanzar. Esta visión contemporánea contrasta con las concepciones tradicionales lineales identificadas cuando el participante P1 expresó: *"La observación es como el inicio de todo, de toda la la de todo el conocimiento científico"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025), revelando concepciones empiristas que requieren transformación mediante procesos formativos sistemáticos.

**Factores pedagógicos relacionados con la forma en que enseñamos y comunicamos la información científica relacionada con la química**

En este contexto, los factores pedagógicos que emergen de la investigación están relacionados con la forma en que se enseña la química y los procesos comunicacionales que se llevan a cabo entre el docente y estudiante en las instituciones educativas del municipio de Chinú. Este constructo surgió de la integración de las siguientes categorías que emergieron del análisis hermenéutico: apatía y desinterés estudiantil, bases previas y dependencias del lenguaje matemático, lenguaje verbal fragmentado y con vacilaciones, metodologías en la enseñanza de la química, y recursos pedagógicos como mediadores del aprendizaje.

A manera de reflexión fundamentada en los hallazgos interpretativos, no basta con que el docente tenga un conocimiento disciplinario específico de la química; también se debe tener saberes pedagógicos que permitan engranar ese conocimiento abstracto y complejo de la química en la estructura cognitiva del estudiantado. Como primer factor pedagógico, la apatía y desinterés estudiantil emergieron consistentemente en los discursos. Para enfrentar este sentir expresado por el colectivo de maestros participantes, se hace necesario planificar y desarrollar

actividades encaminadas a despertar la curiosidad, la emoción y el deseo por aprender. El participante P1 lo expresó claramente: *"los estudiantes, pues. Eee Muchas veces tienen apatía. Sigo. En mi posición de que la principal fuente de la apatía es no generar, Eh, eee clases interesante para los estudiantes es decir no despertar en ellos la curiosidad"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

Un segundo factor pedagógico obedece a las bases previas y dependencias de las matemáticas. Estas categorías se fundamentan teóricamente en los preconceptos mínimos que debe tener un estudiante para asimilar un nuevo concepto. Muchas veces se da por sentado que el estudiante los sabe, incurriendo en una falla pedagógica al presentar el nuevo concepto sin explorar los preconceptos necesarios para que el estudiante integre y comprenda. De igual forma, es fundamental explorar los principios matemáticos que conlleven a una modelación matemática de los fenómenos químicos necesarios para comprender los procesos que se dan en la asignatura de la química, y no incurrir solo en la matematización mecánica de la química sin significado conceptual profundo.

Un tercer factor, y el más importante de esta investigación que emergió de los hallazgos, tiene que ver con la comunicación de la información en las ciencias químicas. El discurso del maestro debe ser fluido sin fragmentaciones, sin ambigüedades, sin vacilaciones ni titubeos. Se debe tratar en lo máximo que este lenguaje verbal, ya sea coloquial o técnico, cumpla con los códigos y formatos sintácticos de una oración coherente. Es importante resaltar que la información científica de la química está mediada por niveles representacionales que para ser expresada necesita de la integración de varios lenguajes: el lenguaje gráfico de círculos, bolitas, esquemas que se utilizan para representar los átomos y moléculas del nivel submicroscópico con sus códigos y formatos sintácticos específicos —en este contexto de la investigación se les llamó iconos, iconemas y oración icónica—; el lenguaje simbólico expresado por símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas; y el lenguaje matemático relacionado con las funciones y principios algebraicos.

El participante P1 reconoció esta problemática comunicativa: *"utilizó varios lenguajes para la enseñanza de la química, pero a veces por ser demasiado técnico, demasiado abstracto... Hay a veces hay mucha confusión. A veces los estudiantes pues no logran tener*

*claro el concepto que, Que le quiero transmitir*" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025), evidenciando que la mezcla inadecuada de lenguajes sin explicitación apropiada genera obstáculos para la comprensión.

Una cuarta dimensión se fundamenta en la metodología utilizada en la enseñanza de la química. A manera de reflexión emergente de los hallazgos, se hace necesario superar esos enfoques tradicionales de tablero-marcador por enfoques más constructivistas-socioculturales que permitan el desarrollo del pensamiento crítico, donde se compartan significados, donde predomine el debate con buenos argumentos científicos. De igual forma se hace necesario que los docentes integren la dupla teoría-práctica de manera equilibrada. El participante P1 reconoció esta necesidad: *"trabajamos mucha teoría, mucha teoría, mucha teoría. Y dejamos, la parte práctica, la parte de la experiencia, la parte de la sorpresa, la parte de la de lo que a ellos de pronto le motiva*" (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025).

En este sentido, hay que enfatizar en la importancia de una interacción social y cultural que permita el desarrollo de un aprendizaje significativo, con actividades cotidianas y contextuales del territorio. De esta forma, el contexto sociocultural donde se desenvuelven los participantes es fundamental para el desarrollo de un modelo que integre toda esta dinámica que se necesita para comprender la química. En un municipio como el de Chinú, con una población vibrante, multicultural, donde conviven cabildos indígenas urbanos y rurales, con afrodescendientes, con una diversidad cultural y religiosa, se debe pensar en un enfoque etnoeducativo que busque integrar y valorar las identidades culturales de la población.

En este mismo orden de ideas, se deben privilegiar los recursos pedagógicos para que sirvan como mediadores en la comprensión de los niveles de la química, que se usen como base para la interacción social, que estén cargados de significados y que puedan expresar las ideas científicas de manera concreta y abstracta. No obstante, en la realidad se encuentran instituciones educativas de bajos recursos económicos, sin laboratorio, sin sala de computadores y sin internet. En ausencia de recursos tecnológicos sofisticados, se debe pensar en la elaboración de prototipos con recursos de bajo costo, con materiales del medio, del entorno que faciliten la enseñanza de la química en cuanto a la modelación y representación de los fenómenos químicos, haciendo de la enseñanza un proceso flexible, dinámico y contextual

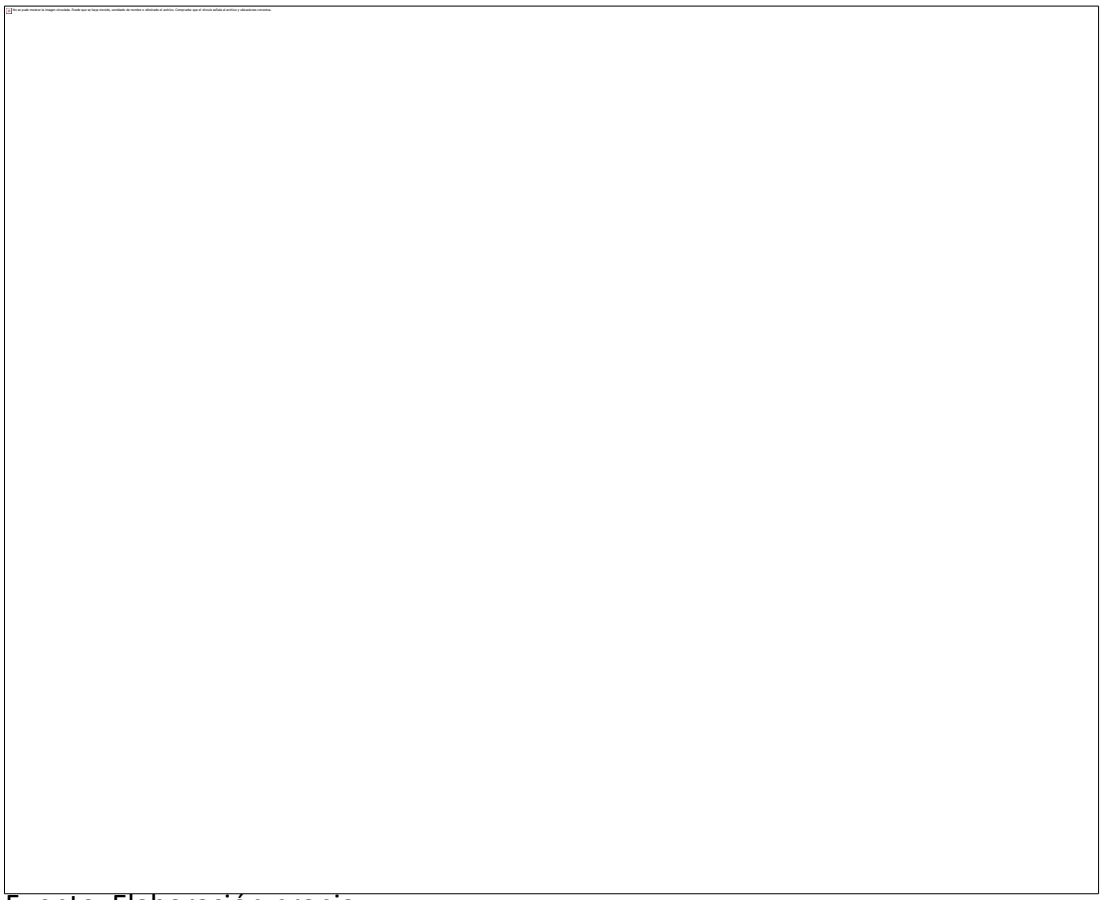
para enfrentar los desafíos tecnológicos y económicos que se presentan en los entornos escolares del municipio.

**Criterios y Fundamentos para la Elaboración del Modelo**

A partir de estos constructos teóricos emergentes del análisis hermenéutico desarrollado, se pudieron establecer criterios y fundamentos para la elaboración de un modelo para la enseñanza de la química que integre las concepciones epistemológicas y los lenguajes químicos en el contexto educativo del municipio de Chinú. Estos criterios se organizaron considerando las dimensiones fundamentales que articulan los hallazgos interpretativos con orientaciones prácticas para la mejora de las prácticas pedagógicas en educación media del contexto cordobés.

**Figura 14.**

*Criterios teóricos y pedagógicos fundamentados en las concepciones epistemológicas de las ciencias y los lenguajes utilizados en la enseñanza de la química.*



Fuente: Elaboración propia.

Los criterios establecidos, como se observa en la ilustración anterior, se estructuran en seis dimensiones fundamentales que emergieron del proceso hermenéutico y que orientan la construcción del modelo propuesto:

**Generación de estímulos en las clases:** Este criterio reconoce que el evento pedagógico de la clase debe generar emoción por el aprendizaje, fomentar la curiosidad, la creatividad y el pensamiento crítico. Las dimensiones clave identificadas fueron: motivación, despertar la curiosidad, fomentar la incertidumbre, generar situaciones cotidianas y contextuales, y tener un conocimiento estructural sobre los temas. Este criterio emergió de las expresiones de los participantes sobre la apatía estudiantil y la necesidad de despertar el interés genuino por la química mediante estrategias que conecten con sus experiencias vitales.

**Exploración de ideas previas:** Se busca con este criterio un anclaje en la estructura cognitiva para conectar lo concreto con lo abstracto. Implica que el maestro utilice los tres niveles de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico, articulándolos sistemáticamente. Este criterio se fundamentó en las evidencias que documentaron que los docentes frecuentemente asumen que los estudiantes poseen conocimientos previos sin explorarlos explícitamente, y que trabajan predominantemente el nivel simbólico omitiendo los otros niveles que resultan fundamentales para la comprensión profunda.

**Metodología en la enseñanza de la química:** Este criterio establece que se debe tener claridad sobre las concepciones epistemológicas de las ciencias, compartir significados en vez de transmitirlos, implementar enfoques constructivistas-socioculturales potenciados por los lenguajes químicos, buscar la complejidad en la integración, ir de lo simple a lo complejo, buscar coherencia desde lo concreto a lo abstracto, evitar las rutinas, evitar enfoques dogmáticos y actividades reconocidas por los estudiantes. Este criterio respondió a los hallazgos sobre la persistencia de concepciones epistemológicas tradicionales que median prácticas transmisivas que limitan el desarrollo del pensamiento crítico.

**Estrategia para construir conocimiento científico escolar:** Se deben desarrollar actividades que permitan la observación como motor de la curiosidad, hacer predicciones, elaboración de hipótesis, elaboración de procedimientos experimentales, análisis de datos (gráficas, imágenes, tablas, etc.), argumentación en vez de ejercicios rutinarios tipo tablero, y

hacer visible el argumento. Este criterio materializa las concepciones positivistas clásicas contemporáneas-socioculturales, promoviendo procesos epistémicos flexibles, abiertos y dialógicos en lugar de secuencias lineales rígidas.

**Recursos pedagógicos:** Implica hacer procesos experimentales atendiendo siempre un lenguaje que atiende al pensamiento y a la acción de los estudiantes, utilizando el método experimental por descubrimiento y no recetas, acompañado siempre de los estudiantes. Los recursos pedagógicos como mediadores epistemológicos y lingüísticos necesarios para compartir significados incluyen: laboratorios, láminas, guías didácticas, computadores, tableros y video beam. Este criterio reconoció las limitaciones materiales del contexto, pero también la necesidad de aprovechar creativamente los recursos disponibles y producir materiales contextualizados cuando sea necesario.

**Lenguajes aplicados para comunicar la química:** Implica conocer los códigos y formatos sintácticos específicos para cada lenguaje en un formato sintáctico bien implementado. Los lenguajes identificados incluyen: lenguaje verbal sin fragmentaciones ni vacilaciones, lenguaje simbólico técnico propio de las ciencias química, lenguaje matemático, y lenguaje gráfico. Este criterio respondió directamente a uno de los hallazgos más significativos de la investigación sobre los problemas comunicacionales derivados del uso fragmentado y no articulado de múltiples lenguajes químicos que generan confusión en lugar de facilitar la comprensión.

### Presentación del Modelo Teórico

A partir de estos criterios emergentes se configuró el siguiente modelo para la enseñanza de la química en el municipio de Chinú, departamento de Córdoba. El modelo se estructuró integrando las dimensiones fundamentales identificadas mediante el proceso hermenéutico, articulándolas de manera coherente con los fundamentos teóricos sobre epistemología de las ciencias y lenguajes químicos. La representación gráfica del modelo (Figura 6) organiza los componentes en una estructura que evidencia tanto las dimensiones centrales como las estrategias específicas que las operacionalizan en el contexto educativo del municipio estudiado.

**Figura 15.**
*Red conceptual - Concepciones sobre las ciencias*

**Figura 16.**
*Componentes del modelo teórico para la enseñanza de la química basado en epistemología y lenguajes químicos.*




Fuente: elaboración propia mediante inteligencia artificial generativa. (OpenAI. (2026).*ChatGPT* ), a partir de los resultados de la investigación.

Como se observa en la ilustración anterior, las seis dimensiones del modelo no operan de manera aislada sino mediante un sistema de interrelaciones sinérgicas que configuran su carácter interdependiente. La dimensión motivacional activa las estructuras y el conflicto cognitivos de la dimensión cognitiva, mientras que esta última se expresa y construye a través de los lenguajes de la dimensión comunicativa. A su vez, los lenguajes químicos constituyen el

vehículo mediante el cual se materializan los procesos epistemológicos de la dimensión epistemo-didáctica, que se fundamenta en los principios sobre la naturaleza de la ciencia propios de la dimensión epistemológica.

Esta última orienta directamente las decisiones pedagógicas de la dimensión pedagógica, cuyos ambientes de aprendizaje colaborativos y seguros retroalimentan la motivación y el interés científico de la dimensión motivacional, cerrando así un ciclo de mejora continua que atraviesa sistémicamente todas las dimensiones. Las flechas bidireccionales sólidas representan relaciones directas de influencia principal entre dimensiones adyacentes, las flechas punteadas representan relaciones indirectas de influencia mediada, y la flecha curva que rodea el conjunto representa la retroalimentación sistémica que garantiza la coherencia y sinergia del modelo en su totalidad.

La dimensión epistemo-didáctica, que integra la metodología basada en perspectivas epistemológicas, el método de indagación, la implementación de procesos epistemológicos, la selección y organización del contenido químico, los niveles de representación macro-micro-simbólico y la articulación teoría-evidencia-explicación; la dimensión epistemológica, que trabaja la naturaleza de la ciencia y del conocimiento químico, su construcción histórica y social, los criterios de validez y evidencia, la tentatividad y cambio del conocimiento, y los procesos epistemológicos y sociológicos.

La dimensión pedagógica, que articula el rol docente como mediador y orientador, los ambientes de aprendizaje colaborativos y seguros, las secuencias didácticas contextualizadas, los recursos y mediación pedagógica, y el uso de TIC, laboratorios y recursos multisensoriales. Estas dimensiones se articulan mediante estrategias didácticas transversales que incluyen indagación científica, aprendizaje basado en problemas, modelización molecular macroscópica y simbólica, experimentación contextualizada, lectura y escritura científica, argumentación y debate, uso de TIC y recursos multisensoriales, y aprendizaje colaborativo y trabajo de campo.

**Figura 17.**

*Aspectos claves del modelo*




Fuente: elaboración propia mediante inteligencia artificial generativa. (Notebookml, 2026), a partir de los resultados de la investigación.

**Fundamentación Teórica del Modelo Propuesto**

El modelo teórico se fundamenta en la integración sistemática de dos perspectivas complementarias que emergieron del análisis hermenéutico: por un lado, las concepciones epistemológicas contemporáneas sobre la naturaleza de las ciencias y la reconstrucción del conocimiento científico escolar; por otro lado, las teorías sobre lenguajes especializados y comunicación científica que reconocen la complejidad semiótica característica de la química como disciplina. Esta fundamentación dual responde a la comprensión hermenéutica de que las dificultades documentadas en el municipio de Chinú se relacionan tanto con concepciones epistemológicas tradicionales que median prácticas transmisivas, como con problemas comunicacionales derivados del uso fragmentado de múltiples lenguajes químicos sin explicitación apropiada de sus códigos y formatos sintácticos específicos.

Desde la perspectiva epistemológica, el modelo se fundamenta en las concepciones contemporáneas que reconocen las ciencias como construcciones sociales históricamente

situadas, donde el conocimiento químico se construye mediante procesos dialógicos, flexibles y abiertos que privilegian el debate argumentado sobre la verificación mecánica de verdades preestablecidas. Esta fundamentación cuestiona las concepciones positivistas tradicionales que presentan la observación como fuente neutral de conocimiento, la experimentación como verificación mediante pasos lineales rígidos, y las teorías como generalizaciones inductivas de observaciones repetidas, concepciones que los hallazgos documentaron persistentemente en los discursos de los participantes del municipio estudiado.

Los planteamientos de autores como Chamizo (2014) sobre la naturaleza de la química como ciencia que articula múltiples niveles de representación, y de Talanquer (2014, 2020) sobre las dificultades características que enfrentan los estudiantes al aprender química, proporcionan marcos conceptuales apropiados para fundamentar las dimensiones epistemológicas del modelo. Estos autores documentan que la comprensión química genuina requiere la capacidad de transitar fluidamente entre observaciones macroscópicas, modelos submicroscópicos y representaciones simbólicas, estableciendo conexiones explícitas entre estos niveles que frecuentemente permanecen desarticulados en las prácticas pedagógicas convencionales.

Desde la perspectiva lingüística, el modelo se fundamenta en los aportes de Galagovsky y Bekerman (2009), Galagovsky et al. (2014), y Lemke (1997) sobre la complejidad comunicativa característica de la química como disciplina científica que utiliza múltiples lenguajes especializados —verbal, simbólico, gráfico, matemático— cada uno con códigos y formatos sintácticos propios que deben explicitarse apropiadamente para facilitar la comprensión. Estos autores documentan que un origen importante de las dificultades estudiantiles radica en problemas de comunicación docente cuando se utilizan diversos lenguajes en forma complementaria sin considerar sus sintaxis específicas, generando confusión en lugar de facilitar la construcción de significados coherentes.

La integración de ambas perspectivas —epistemológica y lingüística— en un modelo coherente constituye el aporte específico de esta investigación hermenéutica al campo de la didáctica de la química en contextos colombianos. Mientras que investigaciones previas frecuentemente abordan estas dimensiones aisladamente, el modelo propuesto reconoce su

interdependencia funcional: las concepciones epistemológicas median las decisiones sobre qué lenguajes utilizar y cómo articularlos, mientras que el dominio de los lenguajes químicos facilita la participación en prácticas científicas auténticas que transforman las concepciones epistemológicas iniciales mediante la experiencia directa de construcción de conocimiento científico escolar.

**Componentes del Modelo Teórico y sus Articulaciones**

El modelo integra seis dimensiones que se articulan sistémicamente para orientar la transformación de las prácticas pedagógicas en la enseñanza de la química. A continuación se describe cada dimensión especificando su fundamentación en los hallazgos hermenéuticos, sus componentes internos, sus estrategias operativas y ejemplos contextualizados que ilustran su implementación en las condiciones específicas del municipio de Chinú.

**Dimensión 1: Dimensión Motivacional, Interés científico, curiosidad, emoción e incertidumbre a partir de situaciones cotidianas y contextuales**

Este componente operacionaliza el criterio de generación de estímulos en las clases, respondiendo directamente a los hallazgos que documentaron la apatía y desinterés estudiantil como factor pedagógico central que dificulta la comprensión de la química. El participante P1 identificó claramente esta problemática: *"la principal fuente de la apatía es no generar, Eh, eee clases interesante para los estudiantes es decir no despertar en ellos la curiosidad"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Este componente establece que las secuencias didácticas deben iniciarse con situaciones que generen emoción, curiosidad e incertidumbre, conectando con experiencias cotidianas del contexto del municipio que resulten significativas para los estudiantes.

El participante P4 reforzó la centralidad de esta dimensión al señalar que los estudiantes perciben la química como "algo de científicos, de investigadores y no de la gente del común, de ahí también vemos que muchos le ponen cierta apatía" (P4, Entrevista, 2025), evidenciando que la desconexión entre los contenidos químicos y la realidad cotidiana del municipio constituye una de las principales fuentes de desmotivación, lo que fundamenta la necesidad de

anclar sistemáticamente los procesos de enseñanza en situaciones significativas del entorno local.

**Dimensiones operativas:**

La motivación contextualizada constituye la primera dimensión, reconociendo que los estudiantes manifiestan mayor interés cuando los contenidos químicos se relacionan con su entorno vital. Los hallazgos documentaron que los participantes expresaban: *"disfrutan especialmente los cuentos sobre animales de la región, las historias de campesinos"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025), evidenciando que la pertinencia cultural activa el compromiso auténtico. En química, esto se materializa seleccionando fenómenos observables en el contexto del municipio como procesos de oxidación en herramientas agrícolas, transformaciones químicas durante la preparación de alimentos tradicionales, o cambios de la materia durante actividades productivas características de la región.

La generación de curiosidad científica constituye la segunda dimensión, operacionalizada mediante demostraciones sorprendentes, preguntas problematizadoras que generen conflictos cognitivos, o situaciones contraintuitivas que desafíen las concepciones previas estudiantiles. Esta dimensión se fundamenta en comprensiones neurocientíficas sobre que la curiosidad activa circuitos de recompensa cerebral que facilitan el aprendizaje, como documentan Baquedano (2024) y otros investigadores sobre desarrollo cognitivo durante el periodo crítico de 7 a 9 años.

La contextualización mediante situaciones cotidianas constituye la tercera dimensión, estableciendo puentes explícitos entre el conocimiento químico escolar y las experiencias vitales de los estudiantes en sus fincas, hogares y comunidad. El participante P2 reconoció esta necesidad: *"también de pronto, en algunos casos no se relaciona con la cotidianidad, porque la química la vemos. eeeee En todo lo que hacemos hay química"* (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025), evidenciando que, aunque los docentes reconocen la importancia de la contextualización, frecuentemente no la materializan sistemáticamente en sus secuencias didácticas.

**Estrategias específicas:**

Las demostraciones químicas contextualizadas constituyen una estrategia central, realizando experimentos sencillos con materiales accesibles del entorno que generen asombro mientras ilustran principios químicos fundamentales. Por ejemplo, demostrar reacciones ácido-base utilizando vinagre y bicarbonato de sodio —sustancias presentes en todos los hogares — genera curiosidad inmediata mientras introduce conceptos sobre tipos de reacciones químicas, producción de gases, y cambios energéticos observables.

Las preguntas problematizadoras contextualizadas constituyen otra estrategia fundamental, formulando interrogantes que no tienen respuestas obvias y que conectan con experiencias cotidianas generando genuina curiosidad. Por ejemplo: *"¿Por qué el hierro de las herramientas agrícolas se oxida pero el aluminio de las ollas no?"*; *"¿Por qué la leche se corta cuando le agregamos limón?"*; *"¿Por qué el agua caliente disuelve el azúcar más rápido que el agua fría?"*. Estas preguntas activan conocimientos experienciales previos mientras generan incertidumbre que motiva la búsqueda de explicaciones científicas sistemáticas.

Las narrativas anecdóticas personales del docente constituyen una tercera estrategia, compartiendo experiencias propias relacionadas con fenómenos químicos cotidianos que humanizan el conocimiento científico. El participante P1 utilizaba esta estrategia: *"les cuento alguna anécdota personal para activar sus conocimientos previos y despertar su interés"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025), evidenciando comprensión de que las narrativas personales generan conexiones afectivas que facilitan el compromiso estudiantil con los contenidos trabajados.

**Ejemplo contextualizado:**

Al iniciar la unidad sobre cambios químicos y físicos de la materia, el docente lleva a clase una mazorca de maíz seca y pregunta: *"¿Qué transformaciones debe sufrir esta mazorca para convertirse en las arepas que desayunan cada mañana?"*. Los estudiantes activan conocimientos sobre procesos de molienda, mezcla con agua, cocción, identificando algunos como cambios físicos (moler, mezclar) sin reconocer inicialmente los químicos. El docente realiza una demostración cocinando una pequeña masa de maíz en un fogón improvisado

dentro del aula, solicitando que observen cuidadosamente qué le sucede a la masa durante la cocción. Los estudiantes notan cambios de color, consistencia, olor, generándose debate sobre si son cambios físicos o químicos. Esta situación cotidiana familiar genera curiosidad auténtica sobre la naturaleza de las transformaciones, estableciendo el propósito comunicativo genuino de comprender científicamente procesos que realizan diariamente sin reflexionar sobre los principios químicos subyacentes que los explican.

**Dimensión 2: Dimensión Cognitiva — Ideas previas, estructuras cognitivas, conflicto cognitivo y transición de lo concreto a lo abstracto**

Este componente operacionaliza el criterio de exploración de ideas previas, respondiendo a los hallazgos que documentaron que frecuentemente los docentes asumen que los estudiantes poseen conocimientos previos sin explorarlos explícitamente, generando dificultades cuando los nuevos contenidos no encuentran esquemas conceptuales consolidados donde anclarse. El participante P1 reconoció: *"a veces como docente, Pues no. Nos percibimos si realmente el estudiante tiene las suficientes bases, para comprender esos conceptos"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Este componente establece que antes de introducir conceptos químicos nuevos, deben explorarse sistemáticamente los conocimientos experienciales previos que los estudiantes poseen sobre fenómenos relacionados, estableciendo puentes explícitos entre lo concreto observable y lo abstracto conceptual.

El participante P4 identificó la falta de secuencialidad como factor cognitivo determinante: "los temas no se dictan llevando una secuencia donde lo que entendí sea requisito para el siguiente, sino que hay veces terminamos un tema y viene otro que de pronto no tenía mucho que ver con el anterior" (P4, Entrevista, 2025), evidenciando que esta dimensión debe contemplar no solo la exploración de ideas previas sino también la organización progresiva y coherente de los contenidos como condición fundamental para la construcción de estructuras cognitivas integradas.

**Dimensiones operativas:**

La activación de esquemas conceptuales previos constituye la primera dimensión, reconociendo que la comprensión química significativa requiere que los nuevos contenidos se conecten con conocimientos consolidados mediante experiencias directas en el entorno rural. Los estudiantes del municipio de Chinú poseen saberes valiosos sobre procesos naturales como ciclos del agua observados en sus fincas, transformaciones de alimentos durante la cocción, cambios estacionales de la vegetación, o comportamiento de materiales ante diferentes condiciones climáticas. Estos conocimientos experienciales constituyen fundamentos apropiados sobre los cuales construir conceptos químicos escolares cuando se establecen conexiones explícitas.

La transición progresiva desde lo concreto hacia lo abstracto constituye la segunda dimensión, materializando el principio pedagógico fundamental emergente de los hallazgos de que *"la enseñanza de la química se debe fundamentar desde lo más simple hacia lo más complejo y desde lo concreto a lo más abstracto"*. Esta progresión implica iniciar con fenómenos macroscópicos observables, transitar hacia modelos submicroscópicos que explican lo observado, y finalmente representar simbólicamente mediante fórmulas y ecuaciones, explicitando en cada transición las conexiones entre los niveles.

La articulación de los tres niveles de la química constituye la tercera dimensión, operacionalizando el modelo de Johnstone (1991, 2000) que los hallazgos documentaron como fundamental pero frecuentemente omitido en las prácticas pedagógicas del municipio. Los participantes reconocieron: *"trabajo más el nivel macroscópico que el nivel microscópico... quizás este uno de los problemas"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025), evidenciando consciencia de que la ausencia del nivel submicroscópico limita la comprensión de por qué ocurren los fenómenos químicos observados.

**Estrategias específicas:**

Los círculos de conversación sobre experiencias relacionadas constituyen la estrategia inicial, organizando diálogos donde los estudiantes comparten vivencias personales vinculadas con la temática que se abordará. Por ejemplo, antes de estudiar soluciones y solubilidad, el docente pregunta: *"¿Quiénes preparan agua de panela en sus casas? ¿Qué hacen para que la*

*panela se disuelva más rápido? ¿Han notado diferencias cuando usan agua fría versus agua caliente?*". Estos diálogos activan conocimientos experienciales específicos mientras generan marcos conceptuales compartidos que facilitarán la comprensión posterior de conceptos como soluto, solvente, factores que afectan la solubilidad.

La presentación de materiales concretos del entorno constituye otra estrategia central, utilizando elementos tangibles como hojas de diferentes plantas, muestras de suelos, agua de diferentes fuentes, alimentos en distintos estados de conservación, que los estudiantes pueden observar, manipular y sobre los cuales pueden formular preguntas que posteriormente se responderán mediante conceptos químicos. Estos materiales concretos funcionan como puentes que conectan el mundo experiencial conocido con las abstracciones conceptuales que se introducirán sistemáticamente.

La construcción colaborativa de representaciones submicroscópicas mediante modelos físicos constituye una tercera estrategia, utilizando materiales accesibles como esferas de icopor de diferentes tamaños, palillos, plastilina, para que los estudiantes construyan modelos tridimensionales de moléculas simples. Esta construcción manual facilita la transición desde lo macroscópico observable hacia lo submicroscópico no observable, materializando entidades abstractas como átomos y moléculas mediante representaciones concretas manipulables que posteriormente pueden relacionarse con las representaciones simbólicas convencionales.

**Ejemplo contextualizado:**

Al iniciar el tema de mezclas y separación de mezclas, el docente lleva muestras de café con leche, agua con tierra, agua con aceite, sal con arena, materiales familiares en sus hogares. Organiza grupos pequeños solicitando que observen cuidadosamente cada mezcla identificando componentes visibles, describiendo características observables como homogeneidad o heterogeneidad, y prediciendo qué métodos podrían utilizarse para separar los componentes basándose en sus experiencias cotidianas. Los estudiantes activan conocimientos sobre procesos de filtración del café, decantación observada cuando agua con tierra reposa, evaporación del agua dejando sal, experiencias que constituyen fundamentos conceptuales apropiados.

El docente sistematiza estas observaciones construyendo colaborativamente en el tablero un organizador gráfico que clasifica las mezclas según sus características, introduciendo progresivamente vocabulario técnico como homogénea, heterogénea, solución, suspensión, anclándolo en las descripciones experienciales que los estudiantes proporcionaron. Posteriormente representa submicroscópicamente mediante dibujos simplificados cómo están organizadas las partículas en cada tipo de mezcla, estableciendo conexiones explícitas entre lo observable macroscópicamente y los modelos explicativos submicroscópicos, antes de introducir finalmente las representaciones simbólicas mediante fórmulas químicas que codifican ambos niveles previos.

**Dimensión 3: Dimensión Epistemo-Didáctica — Metodología basada en perspectivas epistemológicas, indagación científica y articulación de niveles del conocimiento quimico.**

Este componente operacionaliza el criterio sobre estrategias para construir conocimiento científico escolar, respondiendo a los hallazgos que documentaron la persistencia de concepciones epistemológicas tradicionales que median prácticas pedagógicas transmisivas. El participante P2 expresó concepciones positivistas: *"primero es la práctica... eso conlleva a que el muchacho observe, elabore una hipótesis, que haga una experimentación, que corrobore las hipótesis"* (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025), evidenciando la concepción del método científico como secuencia lineal rígida. Este componente establece que deben superarse estas concepciones tradicionales transitando hacia perspectivas contemporáneas que reconocen la construcción del conocimiento científico como proceso dialógico, flexible, abierto al debate y la refutación.

**Dimensiones operativas:**

La transformación de concepciones epistemológicas tradicionales constituye la primera dimensión, promoviendo que los docentes reflexionen críticamente sobre sus propias creencias sobre la naturaleza de las ciencias y cómo estas median sus decisiones pedagógicas. Los hallazgos documentaron concepciones como *"La observación es como el inicio de todo"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025) que deben transformarse hacia comprensiones que reconozcan que la observación está cargada de teoría, que la experimentación es proceso de

indagación abierta más que verificación de resultados predeterminados, y que las teorías son construcciones creativas que organizan fenómenos más allá de meras generalizaciones inductivas.

La implementación de procesos epistémicos cíclicos y flexibles constituye la segunda dimensión, materializando la reflexión de que *"estos procesos epistémicos... no son pasos de recetas... se debe pensar en que estos procesos... son un proceso cíclico, abierto, flexible, dinámico de interacción"*. Esto implica promover que los estudiantes formulen preguntas genuinas sobre fenómenos que les intrigan, diseñen procedimientos experimentales alternativos para investigarlas, analicen datos construyendo interpretaciones fundamentadas, y comuniquen resultados mediante debates argumentados donde se confronten interpretaciones alternativas.

El desarrollo del pensamiento crítico mediante argumentación científica constituye la tercera dimensión, promoviendo espacios donde los estudiantes adopten posturas fundamentadas sobre fenómenos químicos, justifiquen interpretaciones mediante evidencias, evalúen críticamente explicaciones alternativas, y reconozcan que el conocimiento científico se construye mediante consensos provisionales sujetos a revisión cuando emergen nuevas evidencias. Esta dimensión contrasta con prácticas transmisivas que presentan el conocimiento químico como verdades definitivas que deben memorizarse sin cuestionamiento.

**Estrategias específicas:**

Las indagaciones guiadas mediante preguntas problematizadoras constituyen la estrategia central, presentando situaciones problemáticas abiertas que admiten múltiples aproximaciones en lugar de procedimientos únicos predeterminados. Por ejemplo, en lugar de proporcionar un protocolo detallado para investigar factores que afectan velocidad de reacciones, el docente presenta la pregunta: *"¿De qué maneras podríamos investigar qué factores hacen que una reacción química ocurra más rápido o más lento?"*, promoviendo que los estudiantes diseñen colaborativamente procedimientos alternativos, anticipen resultados, ejecuten experimentos, analicen datos, y construyan conclusiones fundamentadas en las evidencias generadas.

Los debates científicos argumentados constituyen otra estrategia fundamental, organizando discusiones donde los estudiantes defienden interpretaciones alternativas de fenómenos químicos utilizando evidencias y razonamientos lógicos. Por ejemplo, después de observar que una vela se apaga cuando se cubre con un vaso, diferentes grupos podrían proponer explicaciones alternativas (consumo del oxígeno, acumulación de $CO_2$, falta de circulación de aire), debatiendo cuál explica mejor todas las evidencias observadas y qué experimentos adicionales permitirían discriminar entre las hipótesis propuestas.

La documentación sistemática de procesos de investigación mediante bitácoras científicas constituye una tercera estrategia, promoviendo que los estudiantes registren sistemáticamente sus preguntas iniciales, predicciones, diseños experimentales, observaciones, análisis de datos e interpretaciones, desarrollando así prácticas epistémicas características del trabajo científico auténtico. Estas bitácoras difieren radicalmente de los informes tradicionales tipo receta que simplemente reportan resultados predeterminados sin evidenciar los procesos de razonamiento científico genuino.

**Ejemplo contextualizado:**

Al estudiar factores que afectan la velocidad de reacciones químicas, en lugar de proporcionar un protocolo rígido, el docente presenta la situación problemática: "*Cuando preparan agua de panela, ¿qué factores hacen que la panela se disuelva más rápido?*". Los estudiantes, organizados en grupos, proponen factores basados en experiencias (temperatura del agua, tamaño de los trozos de panela, agitación), diseñan experimentos simples para investigar cada factor utilizando materiales accesibles, ejecutan sus diseños registrando observaciones sistemáticas mediante fotografías y anotaciones, analizan resultados identificando patrones, y comunican conclusiones mediante presentaciones donde justifican interpretaciones con evidencias.

Otros grupos evalúan críticamente las presentaciones formulando preguntas, identificando limitaciones de los diseños, o proponiendo experimentos adicionales. El docente facilita el debate sin imponer interpretaciones únicas, promoviendo que los estudiantes construyan colectivamente comprensiones sobre cómo diferentes factores afectan velocidad de disolución (modelo simplificado para velocidad de reacción), experimentando así procesos

epistémicos auténticos que contrastan con prácticas tradicionales de verificación mecánica de principios preestablecidos.

**Dimensión 4: Dimensión Epistemológica — Naturaleza de la ciencia, construcción histórica y social del conocimiento, tentatividad y procesos epistemológicos**

Este componente especifica las actividades concretas mediante las cuales se materializa la perspectiva epistemológica contemporánea establecida en el componente previo. Mientras el tercer componente establece los fundamentos conceptuales sobre cómo se construye el conocimiento científico, este cuarto componente operacionaliza esos fundamentos mediante procedimientos específicos que los estudiantes ejecutan durante las secuencias didácticas implementadas en las instituciones educativas del municipio de Chinú.

**Dimensiones operativas:**

La observación como motor de curiosidad constituye la primera dimensión, reconociendo que aunque la observación no es punto de partida neutral como sugieren concepciones positivistas, sí constituye un proceso fundamental que genera preguntas auténticas cuando se realiza sobre fenómenos intrigantes del entorno. Los estudiantes observan cuidadosamente fenómenos químicos cotidianos como oxidación de herramientas, cambios durante cocción de alimentos, desprendimiento de gases, formación de precipitados cuando se mezclan sustancias, generando genuina curiosidad sobre por qué ocurren estos procesos observables.

La formulación de hipótesis explicativas constituye la segunda dimensión, promoviendo que los estudiantes construyan explicaciones tentativas sobre los fenómenos observados antes de acceder a explicaciones científicas establecidas. Estas hipótesis iniciales frecuentemente reflejan concepciones alternativas que posteriormente se transformarán mediante la confrontación con evidencias, pero constituyen puntos de partida valiosos que evidencian los modelos explicativos intuitivos que los estudiantes utilizan espontáneamente para dar sentido al mundo natural que los rodea.

El diseño y ejecución de procedimientos experimentales constituye la tercera dimensión, promoviendo que los estudiantes no solo ejecuten mecánicamente protocolos preestablecidos sino que diseñen creativamente procedimientos apropiados para investigar sus preguntas, anticipen resultados según sus hipótesis, ejecuten experimentos controlando variables relevantes, y registren sistemáticamente observaciones que posteriormente analizarán críticamente. Esta dimensión materializa la comprensión de que la experimentación es proceso de indagación abierta más que verificación de resultados conocidos previamente.

El análisis de datos mediante múltiples representaciones constituye la cuarta dimensión, trabajando sistemáticamente con gráficas, tablas, imágenes, esquemas que organizan la información recopilada facilitando la identificación de patrones significativos. Los estudiantes construyen representaciones apropiadas de sus datos, interpretan tendencias observables, identifican relaciones entre variables, y utilizan estas evidencias para evaluar críticamente sus hipótesis iniciales, desarrollando así capacidades de razonamiento basado en evidencias características del pensamiento científico riguroso.

La comunicación argumentada de resultados constituye la quinta dimensión, promoviendo que los estudiantes presenten sus hallazgos mediante exposiciones orales, informes escritos, pósteres científicos u otras modalidades comunicativas, justificando interpretaciones con evidencias, reconociendo limitaciones de sus investigaciones, y respondiendo preguntas críticas de compañeros y docentes. Esta dimensión desarrolla capacidades comunicativas especializadas mientras promueve comprensión de que el conocimiento científico se construye socialmente mediante procesos de revisión crítica entre pares que evalúan la solidez de las evidencias y argumentos presentados.

**Estrategias específicas:**

Los proyectos de investigación contextualizada constituyen la estrategia central, organizando secuencias didácticas extensas donde los estudiantes investigan sistemáticamente problemáticas químicas relevantes en su contexto. Por ejemplo, investigar "*¿Qué métodos caseros son más efectivos para purificar agua de fuentes naturales?*", problemática significativa en contextos rurales donde frecuentemente se consume agua de quebradas o pozos que puede contener contaminantes. Los estudiantes diseñan experimentos comparando métodos como

filtración con arena, ebullición, exposición solar, cloración, evaluando efectividad mediante observación de claridad, olor, presencia de sedimentos, desarrollando así comprensiones sobre procesos de separación de mezclas y desinfección mientras abordan problemáticas reales de sus comunidades.

Los ciclos de predicción-observación-explicación constituyen otra estrategia fundamental, estructurando las actividades experimentales mediante secuencias donde primero se predice qué ocurrirá basándose en hipótesis, luego se observa cuidadosamente qué ocurre realmente durante el experimento, y finalmente se construyen explicaciones que reconcilien las predicciones iniciales con las observaciones efectivas. Por ejemplo, al mezclar vinagre con bicarbonato, los estudiantes primero predicen qué podría ocurrir, observan la efervescencia generada, y construyen explicaciones sobre la formación de gas $CO_2$ mediante reacción química, reflexionando sobre por qué sus predicciones fueron o no acertadas.

Las galerías científicas para socialización de investigaciones constituyen una tercera estrategia, organizando eventos donde diferentes grupos presentan simultáneamente sus investigaciones mediante pósteres o estaciones interactivas que otros estudiantes visitan formulando preguntas, evaluando críticamente los procedimientos y conclusiones, y proporcionando retroalimentación constructiva. Estos eventos pueden involucrar también a familias y comunidad, generando oportunidades para que los estudiantes comuniquen conocimientos químicos a audiencias diversas practicando habilidades de divulgación científica accesible.

**Ejemplo contextualizado:**

Durante un proyecto sobre conservación de alimentos, los estudiantes investigan *"¿Qué métodos tradicionales usados en nuestras fincas son más efectivos para conservar frutas y verduras?"*. Identifican métodos como refrigeración, deshidratación al sol, salazón, conservas en vinagre, utilizados tradicionalmente en el municipio. Diseñan experimentos comparativos donde toman muestras de frutas (banano, mango) aplicando diferentes métodos, observando sistemáticamente durante varias semanas cambios de color, textura, olor, presencia de hongos, documentando mediante fotografías y descripciones escritas. Analizan resultados identificando qué métodos fueron más efectivos, construyen explicaciones sobre los principios químicos

subyacentes (deshidratación reduce agua disponible para microorganismos, sal crea ambiente hiperosmótico, ácido del vinagre inhibe crecimiento bacteriano, frío reduce velocidad de reacciones de descomposición), y presentan hallazgos en una feria científica donde comunidades y familias aprenden sobre fundamentos científicos de prácticas tradicionales mientras los estudiantes desarrollan identidades como productores legítimos de conocimiento científico escolar contextualizado.

**Dimensión 5: Dimensión Pedagógica — Rol docente como mediador, ambientes de aprendizaje colaborativos, secuencias didácticas y recursos pedagógicos**

Este componente operacionaliza el criterio sobre recursos pedagógicos, respondiendo a los hallazgos que documentaron las limitaciones materiales significativas del contexto —ausencia de laboratorios funcionales, carencia de reactivos, limitaciones tecnológicas— pero también la creatividad docente para desarrollar estrategias alternativas utilizando materiales accesibles del entorno. El participante P1 expresó: *"falta de de recursos para la abordar el área de Ciencias Naturales... laboratorio, materiales reactivos... todos estos aparatos... eso también es un desafío"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Este componente establece que los recursos pedagógicos deben concebirse no solo como materiales sino como mediadores epistemológicos y lingüísticos que facilitan la comprensión de los niveles de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico.

**Dimensiones operativas:**

El aprovechamiento creativo de materiales accesibles del entorno constituye la primera dimensión, reconociendo que aunque el contexto presenta limitaciones materiales significativas, existen recursos locales que pueden utilizarse efectivamente para enseñar conceptos químicos fundamentales. Materiales como vinagre, bicarbonato, sal, azúcar, limón, presentes en todos los hogares rurales, permiten realizar experimentos significativos sobre reacciones ácido-base, solubilidad, factores que afectan velocidad de reacciones. Elementos naturales como hojas, flores, tierras de diferentes colores, agua de diversas fuentes, constituyen materiales apropiados para estudiar propiedades de la materia, mezclas, indicadores naturales de pH.

La producción local de materiales didácticos contextualizados constituye la segunda dimensión, involucrando a docentes y estudiantes en la elaboración de recursos específicamente diseñados para el contexto del municipio. Esto incluye: compilación de imágenes de fenómenos químicos observables en el entorno rural (oxidación de herramientas, cambios durante preparación de alimentos típicos, procesos agrícolas que involucran transformaciones químicas); construcción de modelos moleculares con materiales accesibles (esferas de icopor, plastilina, palillos); diseño de guías didácticas que incorporen situaciones problemáticas contextualizadas relevantes para la comunidad; elaboración de pósteres ilustrativos con representaciones de los tres niveles (macroscópico, submicroscópico, simbólico) para fenómenos químicos cotidianos.

El uso estratégico de recursos tecnológicos cuando están disponibles constituye la tercera dimensión, reconociendo que aunque el acceso es limitado, ocasionalmente puede disponerse de computadores, proyectores o conectividad que permiten utilizar simulaciones, videos educativos, animaciones que visualizan el nivel submicroscópico inaccesible mediante observación directa. Cuando estos recursos están disponibles, deben aprovecharse estratégicamente para trabajar específicamente aspectos que los materiales concretos no pueden abordar efectivamente, como visualización de movimiento de partículas durante cambios de estado, representación de colisiones moleculares durante reacciones químicas, o animaciones que muestran reestructuración de enlaces durante transformaciones químicas.

**Estrategias específicas:**

Los kits experimentales con materiales caseros constituyen la estrategia central, organizando conjuntos de materiales accesibles que permiten realizar experimentos fundamentales sin requerir laboratorios sofisticados ni reactivos costosos. Por ejemplo, un kit básico para estudiar reacciones químicas podría incluir: vinagre (ácido acético), bicarbonato de sodio (base), limones (ácido cítrico), sal (compuesto iónico), azúcar (compuesto covalente), recipientes transparentes reciclados, cucharas medidoras, materiales que cualquier institución puede conseguir con presupuesto mínimo.

La construcción colaborativa de modelos moleculares constituye otra estrategia fundamental, utilizando materiales económicos para que los estudiantes construyan representaciones tridimensionales de moléculas. Esferas de icopor de diferentes tamaños (representando átomos de diferentes elementos), pintadas con colores distintivos según convenciones (negro para carbono, rojo para oxígeno, azul para nitrógeno, blanco para hidrógeno), unidas con palillos (representando enlaces), permiten construir modelos de moléculas simples (agua, dióxido de carbono, metano) que facilitan la comprensión del nivel submicroscópico mediante representaciones concretas manipulables que posteriormente se relacionan con las fórmulas simbólicas abstractas.

Los bancos de imágenes y videos contextualizados constituyen una tercera estrategia, compilando sistemáticamente fotografías de fenómenos químicos observables en el municipio de Chinú (procesos de oxidación, combustión, fermentación de alimentos tradicionales, cambios durante cocción) y videos breves que documenten estos procesos, generando así acervos visuales producidos localmente que pueden utilizarse recurrentemente en diferentes secuencias didácticas. Estos materiales visuales contextualizados resultan más significativos para los estudiantes que imágenes genéricas de libros de texto que frecuentemente presentan contextos urbanos ajenos a sus experiencias vitales rurales.

**Ejemplo contextualizado:**

Para estudiar indicadores ácido-base, en ausencia de indicadores comerciales costosos como fenolftaleína o tornasol, el docente guía la producción local de indicadores naturales utilizando repollo morado (col lombarda) abundante en el municipio. Los estudiantes hierven hojas de repollo obteniendo un líquido morado que funciona como indicador natural cambiando de color según el pH (rojo en ácidos, azul-verde en bases). Utilizan este indicador casero para investigar el pH de sustancias cotidianas: vinagre, limón, jabón, bicarbonato disuelto, agua de diferentes fuentes del municipio, documentando los cambios de color mediante fotografías. Construyen una escala visual de pH utilizando las muestras observadas, relacionándola posteriormente con la escala numérica estándar (0-14) y con las representaciones simbólicas de ácidos (H+) y bases (OH-). Este experimento con materiales completamente accesibles permite trabajar contenidos fundamentales sobre ácidos y bases,

demostrando que las limitaciones materiales del contexto no impiden necesariamente la comprensión de conceptos químicos esenciales cuando se implementa creatividad pedagógica situada que aprovecha recursos locales disponibles.

**Dimensión 6: Dimensión Comunicativa, Lenguajes verbal, simbólico, gráfico y matemático con sus códigos, formatos sintácticos y articulación entre niveles representacionales**

Este componente operacionaliza el criterio sobre lenguajes aplicados para comunicar la química, respondiendo a uno de los hallazgos más significativos de esta investigación sobre los problemas comunicacionales derivados del uso fragmentado del lenguaje verbal y la falta de articulación apropiada entre múltiples lenguajes químicos. El participante P1 reconoció autocríticamente: *"utilizó varios lenguajes para la enseñanza de la química, pero a veces por ser demasiado técnico, demasiado abstracto... Hay a veces hay mucha confusión. A veces los estudiantes pues no logran tener claro el concepto"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025). Este componente establece que el discurso docente debe caracterizarse por coherencia sintáctica, claridad semántica y fluidez verbal, evitando la fragmentación y vacilaciones que dificultan la comunicación efectiva del conocimiento químico en el contexto educativo del municipio.

**Dimensiones operativas:**

La coherencia del lenguaje verbal constituye la primera dimensión, reconociendo que el análisis formal de los discursos documentó fragmentación recurrente, oraciones incompletas y repeticiones que caracterizaron las expresiones de los participantes. Expresiones como *"porque la química la vemos. Eeeee. En todo lo que hacemos hay química Entonces yo creo que eso es lo que pausa lo que de pronto"* (P2, Entrevista, 18 de octubre, 2025) evidenciaron esta problemática comunicativa. Este componente promueve que los docentes desarrollen consciencia sobre sus patrones comunicativos orales, planifiquen explicaciones con estructuras sintácticas completas, y practiquen verbalizaciones claras que faciliten la comprensión estudiantil mediante el uso de formatos sintácticos apropiados que completen ideas coherentemente.

La explicitación de códigos específicos de cada lenguaje químico constituye la segunda dimensión, reconociendo que la química utiliza múltiples sistemas semióticos —verbal, simbólico, gráfico, matemático— cada uno con convenciones propias que deben hacerse explícitas para los estudiantes. Cuando se transita del lenguaje verbal al simbólico, debe explicitarse qué representa cada símbolo ($H_2O$ significa dos átomos de hidrógeno unidos a uno de oxígeno); cuando se utilizan representaciones gráficas submicroscópicas, deben clarificarse las convenciones (esferas de diferente tamaño o color representan átomos de elementos distintos, líneas entre esferas representan enlaces químicos); cuando se emplean expresiones matemáticas, debe verbalizarse su significado químico más allá de la operación numérica.

La articulación coherente entre lenguajes múltiples constituye la tercera dimensión, materializando la comprensión de que cada lenguaje tiene formatos sintácticos propios que no deben mezclarse inadecuadamente sin transiciones explícitas. Los hallazgos documentaron que los docentes utilizaban simultáneamente varios lenguajes sin hacer visibles las conexiones entre ellos, generando confusión en lugar de facilitar la comprensión. Este componente promueve que cuando se transita entre lenguajes diferentes, se señale explícitamente el cambio ("*ahora vamos a representar simbólicamente lo que observamos macroscópicamente*"), se expliquen las correspondencias entre representaciones en diferentes códigos, y se utilicen transiciones fluidas que mantengan la coherencia del discurso pedagógico.

**Estrategias específicas:**

La planificación previa de explicaciones verbales constituye la estrategia fundamental, dedicando tiempo antes de cada clase a estructurar las secuencias explicativas principales identificando: conceptos clave que se introducirán, vocabulario técnico nuevo que se definirá contextualmente, analogías o metáforas que se utilizarán para facilitar comprensión, transiciones entre diferentes lenguajes que se explicitarán, preguntas que se formularán para verificar comprensión progresiva. Esta planificación contrasta con aproximaciones improvisadas que frecuentemente generan explicaciones fragmentadas cuando el docente intenta verbalizar espontáneamente conceptos complejos sin haber estructurado previamente el discurso pedagógico apropiado.

El modelamiento explícito de transiciones entre lenguajes constituye otra estrategia central, verbalizando conscientemente los cambios entre sistemas semióticos diferentes. Por ejemplo, después de observar macroscópicamente la efervescencia cuando se mezcla vinagre con bicarbonato, el docente señala explícitamente: *"Ahora vamos a representar submicroscópicamente qué está ocurriendo a nivel de moléculas que no podemos ver"*, dibuja esquemas de moléculas de ácido acético y bicarbonato interactuando, luego indica: *"Finalmente vamos a escribir simbólicamente esta reacción mediante una ecuación química"*, escribiendo $CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$, y explicitando qué representa cada símbolo y cómo la ecuación codifica tanto lo observado macroscópicamente como lo modelizado submicroscópicamente.

La grabación y análisis reflexivo de las propias explicaciones constituye una tercera estrategia de desarrollo profesional docente, utilizando dispositivos móviles accesibles para grabar ocasionalmente segmentos de clases, analizando posteriormente los patrones comunicativos identificando fragmentaciones, vacilaciones, transiciones abruptas entre lenguajes sin explicitación apropiada, y practicando versiones mejoradas de explicaciones problemáticas identificadas. Esta práctica reflexiva sistemática desarrolla gradualmente consciencia metalingüística sobre los propios patrones comunicativos, facilitando la transformación progresiva hacia discursos pedagógicos más coherentes y fluidos.

**Ejemplo contextualizado:**

Al explicar la diferencia entre cambios físicos y químicos, el docente planifica previamente su explicación estructurando la secuencia: iniciará con ejemplos concretos macroscópicos (hielo derritiéndose versus papel quemándose), preguntará qué diferencias observan, introducirá los términos técnicos (cambio físico: no se forman sustancias nuevas; cambio químico: se forman sustancias nuevas con propiedades diferentes) definiéndolos con vocabulario accesible, representará submicroscópicamente ambos procesos explicitando las diferencias (en cambios físicos las moléculas permanecen iguales solo cambiando su organización; en cambios químicos las moléculas se reestructuran formando sustancias diferentes), y finalmente utilizará lenguaje simbólico para representar un cambio químico

(combustión: $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$) explicitando cómo la ecuación muestra que los reactivos se transforman en productos completamente diferentes. Durante la clase, el docente verbaliza fluidamente esta secuencia, señala explícitamente cada transición entre lenguajes, define términos técnicos anclándolos en ejemplos concretos familiares, y evita fragmentaciones manteniendo coherencia sintáctica. Los estudiantes siguen la explicación comprendiendo progresivamente el concepto porque el discurso fluye coherentemente sin las fragmentaciones y vacilaciones que caracterizaban explicaciones previas menos planificadas.

**Códigos y formatos sintácticos específicos de cada lenguaje químico**

Este componente profundiza el anterior especificando las convenciones particulares de cada sistema semiótico utilizado en química, respondiendo a los hallazgos que documentaron errores y mezclas inadecuadas en las representaciones producidas por los participantes. El análisis de las representaciones submicroscópicas que los docentes produjeron evidenció *"sintagmas gráficos mal construidos que no correspondieron a los iconos químicos ni a los iconemas químicos propuestos por la comunidad científica"*, generando problemas de comunicación entre docentes como expertos y estudiantes novatos. Este componente establece que los docentes deben dominar las convenciones establecidas para cada lenguaje químico, utilizándolas consistentemente para modelar apropiadamente el uso correcto que los estudiantes deben apropiar progresivamente.

**Dimensiones operativas:**

El dominio del lenguaje simbólico químico constituye la primera dimensión, reconociendo que este lenguaje especializado incluye: símbolos elementales (H, O, C, N), fórmulas moleculares ($H_2O$, $CO_2$, $CH_4$), ecuaciones químicas balanceadas ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$), notaciones de estados (s, l, g, ac), representaciones de cargas ($Na^+$, $Cl^-$, $SO_4^{2-}$), cada elemento con convenciones específicas que deben respetarse consistentemente. Los docentes deben utilizar correctamente estas convenciones, explicando explícitamente qué representa cada elemento simbólico, evitando notaciones inventadas que aunque puedan resultar intuitivas para el docente, no corresponden a las convenciones establecidas por la comunidad química internacional.

El dominio del lenguaje gráfico submicroscópico constituye la segunda dimensión, reconociendo que las representaciones de átomos, moléculas, iones y enlaces químicos tienen convenciones específicas documentadas por Galagovsky y Bekerman (2009b) como iconemas químicos e íconos químicos. Los átomos se representan mediante esferas, los enlaces covalentes mediante líneas que conectan esferas, los enlaces iónicos mediante atracción electrostática sin líneas directas, las cargas mediante símbolos + y -, las fuerzas intermoleculares mediante líneas punteadas. Los hallazgos documentaron que los participantes mezclaban estas convenciones inadecuadamente, por ejemplo utilizando una esfera única para representar un ion poliatómico ($SO_4^{2-}$) cuando debería representarse mostrando las esferas de azufre y oxígenos conectadas mediante enlaces, generando confusión sobre la diferencia entre átomos y grupos de átomos.

El dominio del lenguaje matemático aplicado a química constituye la tercera dimensión, reconociendo que las expresiones matemáticas utilizadas en química (estequiometría, concentraciones, gases, cinética) deben interpretarse verbalizando su significado químico en lugar de tratarse como operaciones numéricas descontextualizadas. La expresión $M = n/V$ no es meramente una fórmula algebraica para despejar, sino una relación conceptual que expresa que la molaridad (concentración) depende de la cantidad de soluto (moles) presente en un volumen dado de solución, relación que debe verbalizarse explicitando su significado químico cada vez que se utiliza matemáticamente.

**Estrategias específicas:**

Los talleres de actualización sobre convenciones químicas constituyen la estrategia fundamental de desarrollo profesional, organizando espacios donde los docentes estudian sistemáticamente las convenciones establecidas para representaciones químicas mediante consulta de literatura especializada, análisis de representaciones correctas e incorrectas identificando diferencias, y práctica de producción de representaciones apropiadas que posteriormente pueden utilizar en sus clases. Estos talleres pueden desarrollarse

colaborativamente entre docentes del municipio que comparten experiencias y construyen colectivamente comprensiones sobre las convenciones apropiadas.

La producción de pósteres de referencia con convenciones explícitas constituye otra estrategia práctica, elaborando materiales visuales que permanezcan exhibidos en el aula recordando constantemente a docentes y estudiantes las convenciones apropiadas. Por ejemplo, un póster sobre representaciones submicroscópicas podría mostrar: cómo representar átomos de diferentes elementos (esferas de colores distintivos según convenciones), cómo representar enlaces covalentes (líneas conectando esferas), cómo representar iones (esferas con símbolos de carga), cómo representar moléculas (grupos de esferas conectadas), proporcionando referencia visual constante que facilita el uso consistente de convenciones apropiadas.

La revisión colaborativa de representaciones producidas constituye una tercera estrategia, organizando que grupos de estudiantes analicen críticamente representaciones químicas (propias o de otros grupos) identificando si respetan las convenciones establecidas, señalando errores o inconsistencias, y proponiendo correcciones fundamentadas. Esta revisión entre pares desarrolla progresivamente consciencia sobre las convenciones mientras distribuye la responsabilidad de monitorear su cumplimiento apropiado entre toda la comunidad del aula, no recayendo exclusivamente en el docente como único evaluador de la corrección de las representaciones producidas.

**Ejemplo contextualizado:**

Al trabajar reacciones químicas, el docente presenta en el tablero la ecuación: $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$, preguntando si está correctamente escrita. Los estudiantes, consultando el póster de referencia sobre balanceo de ecuaciones, identifican que no está balanceada porque hay dos átomos de oxígeno en reactivos, pero solo uno en productos. Proponen la versión balanceada: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$, explicando que ahora hay cuatro hidrógenos y dos oxígenos en ambos lados. El docente solicita que representen esta ecuación submicroscópicamente utilizando los modelos moleculares construidos con icopor. Los estudiantes construyen dos moléculas de $H_2$ (cada una con dos esferas blancas conectadas), una molécula de $O_2$ (dos esferas rojas

conectadas), y dos moléculas de $H_2O$ (cada una con dos esferas blancas y una roja), organizándolas, mostrando antes y después de la reacción. Un grupo inicialmente representa el agua con solo dos esferas conectadas (una roja grande entre dos blancas pequeñas) sin distinguir claramente los átomos individuales. Otro grupo señala que según el póster de convenciones, cada átomo debe representarse con una esfera separada, sugiriendo la corrección. El docente refuerza que estas convenciones permiten que todos comprendan las representaciones de la misma manera, siendo fundamental respetarlas consistentemente para comunicarse efectivamente utilizando el lenguaje químico especializado establecido por la comunidad científica internacional.

**Articulación sistemática de los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico mediante lenguajes apropiados**

Este componente integra los anteriores estableciendo que la comprensión química profunda requiere la articulación sistemática de los tres niveles de la química propuestos por Johnstone (1991, 2000), mediados apropiadamente por los múltiples lenguajes químicos trabajados en los componentes previos. Los hallazgos documentaron que los docentes trabajaban predominantemente niveles macroscópico y simbólico, omitiendo el submicroscópico fundamental. El participante P1 reconoció: *"trabajo más el nivel macroscópico que el nivel microscópico... quizás este uno de los problemas... Con el nivel macroscópico, muchas veces el estudiante no logra comprender realmente. ¿Qué ocurre?"* (P1, Entrevista, 17 de octubre, 2025), evidenciando consciencia de que la ausencia del nivel submicroscópico limita la comprensión profunda.

**Dimensiones operativas:**

La secuenciación didáctica que transita sistemáticamente entre los tres niveles constituye la primera dimensión, estableciendo que cada unidad temática debe estructurarse iniciando con fenómenos macroscópicos observables, progresando hacia modelos submicroscópicos explicativos, y finalmente representando simbólicamente, explicitando en

cada transición las conexiones entre niveles. Esta secuencia contrasta con prácticas tradicionales que saltan directamente desde lo macroscópico hacia lo simbólico omitiendo completamente el nivel submicroscópico que proporciona los modelos explicativos que dan sentido a las representaciones abstractas.

La mediación mediante lenguajes apropiados para cada nivel constituye la segunda dimensión, reconociendo que cada nivel representacional se comunica privilegiadamente mediante lenguajes específicos: el macroscópico se describe mediante lenguaje verbal cotidiano o técnico describiendo lo observable (colores, estados, cambios visibles), el submicroscópico se representa mediante lenguaje gráfico con iconos e iconemas apropiados mostrando átomos y moléculas, el simbólico se codifica mediante fórmulas y ecuaciones químicas, mientras que el lenguaje matemático atraviesa los tres niveles cuando se cuantifican aspectos como cantidades de sustancias, concentraciones, velocidades de reacción.

La explicitación constante de relaciones entre niveles constituye la tercera dimensión, promoviendo que no se presente cada nivel aisladamente sino estableciendo conexiones permanentes mediante expresiones como: *"Lo que observamos macroscópicamente (efervescencia) ocurre porque a nivel submicroscópico las moléculas de ácido y base están reaccionando, formando moléculas de $CO_2$ que escapan como gas, y esto lo representamos simbólicamente mediante la ecuación..."*. Estas verbalizaciones que conectan explícitamente los tres niveles facilitan que los estudiantes construyan comprensiones integradas en lugar de fragmentadas donde cada nivel permanece desconectado de los demás.

**Estrategias específicas:**

Las secuencias didácticas estructuradas MAC-SUB-SIM constituyen la estrategia central, organizando cada unidad temática mediante tres fases articuladas: exploración macroscópica (observación de fenómenos mediante demostraciones, experimentos, videos), modelización submicroscópica (construcción de representaciones con modelos físicos, dibujos, simulaciones cuando están disponibles), codificación simbólica (escritura de fórmulas y ecuaciones que representan lo modelizado). Por ejemplo, al estudiar cambios de estado: observar hielo derritiéndose (macroscópico), modelizar cómo las moléculas de agua pasan de organizacion fija

en sólido a movimiento más libre en líquido (submicroscópico), representar $H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$ (simbólico).

Los organizadores gráficos trinivel constituyen otra estrategia fundamental, utilizando diagramas que integran simultáneamente los tres niveles para un mismo fenómeno químico. Estos organizadores incluyen tres secciones: superior (representación o descripción macroscópica mediante fotografías, dibujos o texto), central (representación submicroscópica mediante iconos de átomos y moléculas), inferior (representación simbólica mediante fórmulas y ecuaciones). Por ejemplo, para representar la combustión de metano: arriba una imagen de llama (macroscópico), centro dibujos de moléculas de $CH_4$ y $O_2$ reorganizándose en $CO_2$ y $H_2O$ (submicroscópico), abajo la ecuación balanceada $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ (simbólico).

Las actividades de traducción entre niveles constituyen una tercera estrategia, solicitando que los estudiantes practiquen transitar fluidamente entre representaciones diferentes del mismo fenómeno. Por ejemplo, presentar una ecuación química (simbólico) y solicitar que la representen submicroscópicamente mediante dibujos y la describan macroscópicamente mediante palabras; o presentar una fotografía de un experimento (macroscópico) solicitando que expliquen qué ocurre submicroscópicamente y lo codifiquen simbólicamente. Estas actividades desarrollan la capacidad de establecer correspondencias entre niveles, habilidad fundamental para la comprensión química profunda.

**Ejemplo contextualizado:**

Al estudiar la formación de óxido en herramientas agrícolas (oxidación del hierro), el docente estructura una secuencia trinivel. **Nivel macroscópico:** Muestra una herramienta oxidada y una nueva, pregunta qué diferencias observan (color, textura), solicita que describan experiencias con herramientas que se oxidan en sus fincas, identifican factores que aceleran oxidación (humedad, exposición prolongada). **Nivel submicroscópico:** Representa mediante dibujos en el tablero cómo los átomos de hierro de la herramienta interactúan con moléculas de oxígeno del aire y agua formando óxido de hierro, utiliza colores distintivos (gris para hierro, rojo para oxígeno, azul para hidrógeno del agua), muestra cómo los átomos se reorganizan formando el compuesto nuevo con propiedades diferentes (quebradizo, color rojizo). **Nivel**

**simbólico:** Escribe la ecuación simplificada $4Fe + 3O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3$, explicando qué representa cada símbolo y número, conectando explícitamente con lo observado macroscópicamente (formación de sustancia rojiza) y lo modelizado submicroscópicamente (reorganización de átomos). Los estudiantes completan un organizador gráfico trinivel integrando los tres niveles, desarrollando así comprensión profunda de un fenómeno cotidiano en su contexto rural mediante la articulación sistemática de las representaciones características del pensamiento químico genuino.

**Viabilidad y Aplicabilidad del Modelo en el Contexto del Municipio de Chinú**

La viabilidad del modelo propuesto se fundamenta en tres características que lo hacen apropiado para las condiciones específicas de las instituciones educativas del municipio de Chinú. Primero, el modelo privilegia estrategias que potencian recursos humanos y culturales efectivamente presentes —conocimientos experienciales de los estudiantes, saberes comunitarios, creatividad docente— en lugar de depender exclusivamente de recursos materiales sofisticados inexistentes en el contexto. Las estrategias de contextualización mediante situaciones cotidianas, producción local de materiales didácticos, y uso creativo de recursos del entorno, no requieren inversiones económicas significativas sino principalmente disposición para valorar genuinamente las prácticas y saberes locales como fundamentos pedagógicos legítimos.

Segundo, el modelo se adapta a las realidades de las aulas del municipio donde predominan grupos numerosos, recursos tecnológicos limitados, y tiempo docente restringido por múltiples demandas administrativas. Las estrategias propuestas son implementables gradualmente, permitiendo que los docentes se apropien progresivamente de componentes específicos según sus capacidades y condiciones particulares, sin requerir transformaciones radicales inmediatas que frecuentemente resultan insostenibles. La organización por componentes facilita que cada docente identifique aquellos aspectos donde presenta mayores fortalezas y aquellos que requieren desarrollo profesional adicional, permitiendo trayectorias personalizadas de implementación progresiva.

Tercero, el modelo se fundamenta sólidamente en evidencias empíricas documentadas mediante el proceso hermenéutico con docentes y estudiantes reales del municipio, lo que le otorga credibilidad y pertinencia contextual. Los docentes pueden reconocer en las descripciones del modelo características de sus propios contextos, estudiantes y desafíos pedagógicos, facilitando así la apropiación crítica de las orientaciones propuestas. Esta fundamentación empírica contrasta con propuestas teóricas abstractas desarrolladas en contextos ajenos que los docentes frecuentemente perciben como desconectadas de sus realidades cotidianas y por tanto como inaplicables pragmáticamente en sus condiciones específicas de trabajo en el municipio de Chinú.

**Proyecciones de Transformación Esperadas**

La implementación sistemática del modelo durante ciclos escolares completos se proyecta que generará transformaciones significativas en múltiples dimensiones del fenómeno educativo en el municipio de Chinú. En los estudiantes, se espera mejora sustancial en la comprensión conceptual de la química mediante la articulación de los tres niveles representacionales, superando las limitaciones de aproximaciones que trabajan exclusivamente niveles macroscópico y simbólico. Se proyecta también desarrollo de disposiciones más positivas hacia la química cuando los contenidos se contextualizan conectando con experiencias vitales significativas, contrarrestando la apatía y desinterés documentados en los hallazgos iniciales.

En los docentes, se espera transformación progresiva de las concepciones epistemológicas tradicionales mediante la reflexión sistemática sobre sus propias creencias y prácticas, transitando hacia perspectivas contemporáneas que reconocen las ciencias como construcciones sociales dialógicas. Se proyecta también desarrollo de consciencia metalingüística sobre los múltiples lenguajes químicos y sus convenciones específicas, mejorando sustancialmente la calidad comunicativa de sus explicaciones pedagógicas. Estas transformaciones docentes no ocurrirán espontáneamente sino que requerirán acompañamiento sistemático mediante comunidades de práctica donde los docentes del municipio reflexionen colaborativamente sobre sus implementaciones del modelo, compartan

experiencias, identifiquen desafíos comunes y construyan colectivamente soluciones contextualizadas.

En el sistema educativo del municipio, se proyecta que la difusión progresiva del modelo mediante redes docentes y su articulación con políticas educativas vigentes generará transformaciones institucionales que trasciendan las aulas individuales. La documentación sistemática de experiencias exitosas de implementación, la socialización en espacios de formación docente territorial, y la visibilización de producciones estudiantiles significativas, pueden contribuir a posicionar la enseñanza contextualizada de la química como prioridad institucional que merece apoyo mediante asignación de recursos, tiempo curricular apropiado, y reconocimiento de las innovaciones pedagógicas desarrolladas por los docentes del municipio de Chinú en el departamento de Córdoba.

**Síntesis del Momento V**

Este capítulo integró el análisis hermenéutico desarrollado en el Momento IV con la construcción sistemática del modelo teórico que responde al propósito general de esta investigación. El análisis hermenéutico reveló tres constructos teóricos fundamentales: factores epistemológicos relacionados con la abstracción, complejidad y niveles de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico; concepciones epistemológicas de las ciencias que median las prácticas pedagógicas; y factores pedagógicos vinculados con comunicación, metodologías y recursos utilizados en la enseñanza. Estos constructos emergentes fundamentaron el establecimiento de seis criterios teóricos y pedagógicos que orientaron la construcción del modelo propuesto.

El modelo teórico integra seis dimensiones interdependientes que operan sinérgicamente: la dimensión motivacional, que despierta el interés mediante situaciones contextualizadas; la dimensión cognitiva, que explora ideas previas conectando lo concreto con lo abstracto; la dimensión epistemo-didáctica, que adopta perspectivas epistemológicas contemporáneas e implementa estrategias de indagación y articulación de niveles representacionales; la dimensión epistemológica, que trabaja la naturaleza de la ciencia, la tentatividad del conocimiento y los procesos epistemológicos; la dimensión pedagógica, que

articula el rol docente como mediador, los ambientes de aprendizaje seguros, los recursos pedagógicos y las secuencias didácticas contextualizadas; y la dimensión comunicativa, que desarrolla la coherencia en el lenguaje verbal y técnico, el dominio de las convenciones de cada lenguaje químico y la articulación sistemática de los tres niveles representacionales.

La viabilidad del modelo se fundamenta en que privilegia recursos humanos y culturales presentes, se adapta a las realidades de las aulas con grupos numerosos y recursos limitados, y se fundamenta empíricamente en evidencias documentadas con docentes y estudiantes reales del municipio estudiado. Las proyecciones de transformación esperadas incluyen mejoras en comprensión conceptual y actitudes estudiantiles, transformación de concepciones epistemológicas y capacidades comunicativas docentes, y cambios institucionales que posicionen la enseñanza contextualizada de la química como prioridad en el sistema educativo del municipio de Chinú, departamento de Córdoba, contribuyendo así al fortalecimiento de la educación científica en contextos rurales colombianos mediante propuestas pedagógicas fundamentadas hermenéuticamente y viables pragmáticamente en las condiciones estructurales existentes.

**Figura *16*.**

Transformando la enseñanza de la química.




Nota: elaboración propia mediante inteligencia artificial generativa. (Notebookml, 2026), a partir de los resultados de la investigación.

## MOMENTO VI

## CONCLUSIONES

El estudio hermenéutico desarrollado reveló que las dificultades comprensivas en química emergen de factores multidimensionales donde convergen aspectos epistemológicos, pedagógicos, disciplinares y socioculturales, sobresaliendo particularmente las creencias epistemológicas docentes y los modos comunicativos especializados empleados para transmitir conocimientos químicos. Estas dimensiones configuran estructuras profundas que condicionan fundamentalmente las posibilidades de aprendizaje, perpetuando patrones que reproducen barreras comprensivas generacionalmente en las instituciones educativas del municipio de Chinú, Córdoba.

En relación con el primer propósito específico, orientado a develar los fundamentos teóricos que emergen de los docentes sobre la utilización de los lenguajes químicos y las concepciones epistemológicas, los hallazgos evidenciaron que los cuatro docentes participantes reconocen la naturaleza abstracta y multirepresentacional de la química como factor central de incomprensión estudiantil. Los fundamentos teóricos que emergen de sus voces apuntan hacia la necesidad de articular coherentemente los lenguajes verbal, simbólico, gráfico y matemático con los tres niveles representacionales propuestos por Johnstone, articulación que en la práctica cotidiana de las aulas del municipio permanece sistemáticamente desarticulada. Los docentes expresaron de manera recurrente que la ausencia de referentes teóricos integrados sobre el uso de lenguajes químicos los conduce a prácticas comunicativas fragmentadas que generan confusión en lugar de comprensión, evidenciando una necesidad formativa estructural no resuelta por los programas de licenciatura de la región.

De acuerdo con el segundo propósito específico, orientado a interpretar desde la percepción de los docentes el tipo de lenguaje químico que utilizan, los hallazgos revelaron que los cuatro participantes emplean predominantemente el lenguaje simbólico y el matemático, con uso escaso y asistemático del lenguaje gráfico submicroscópico y con un lenguaje verbal

caracterizado por fragmentaciones, titubeos y oraciones inconclusas que dificultan la decodificación del mensaje científico por parte de los estudiantes. Ninguno de los participantes evidenció dominio pleno de los iconemas e íconos químicos establecidos por la comunidad científica para representar el nivel submicroscópico, recurriendo en cambio a notaciones inventadas que mezclan formatos sintácticos de diferentes sistemas semióticos sin explicitación de las transiciones entre ellos. La matematización de la química emergió como patrón dominante, donde las operaciones numéricas desplazan la comprensión conceptual convirtiéndose en rituales abstractos desvinculados del significado químico subyacente.

En función del tercer propósito específico, orientado a comprender las concepciones epistemológicas que emplean los profesores en la enseñanza de la química, los hallazgos documentaron concepciones predominantemente positivistas que se manifiestan en la presentación de la observación como fuente neutral de conocimiento, la experimentación como verificación mediante pasos lineales tipo receta, y las leyes como verdades universales incuestionables. Esta coexistencia paradójica entre discursos pedagógicos que reconocen la construcción activa del conocimiento y prácticas efectivas que reproducen la transmisión unidireccional revela concepciones epistemológicas implícitas más arraigadas que las explícitamente declaradas, las cuales operan como marcos interpretativos que condicionan las decisiones pedagógicas cotidianas sin que los docentes sean plenamente conscientes de su influencia determinante en las oportunidades de aprendizaje que se ofrecen a los estudiantes de las instituciones educativas del municipio.

Los lenguajes simbólicos y matemáticos utilizados presentan inconsistencias respecto a convenciones internacionalmente aceptadas, generando confusiones representacionales significativas donde los cálculos aparecen como operaciones mecánicas desvinculadas de procesos químicos, transformándose en rituales abstractos donde los números pierden significado disciplinar. La comunicación verbal muestra fragmentaciones, ambigüedades terminológicas y escaso empleo de recursos gráficos para visualizar niveles submicroscópicos, evidenciando una desarticulación entre planos macroscópico, submicroscópico y simbólico que fragmenta el conocimiento químico e impide construcciones comprensivas integrales.

Las limitaciones pedagógicas documentadas revelan metodologías predominantemente expositivas que limitan participación estudiantil, existiendo escasez de estrategias que despierten curiosidad genuina o promuevan cuestionamientos intelectuales, resultando en apatía generalizada. Se privilegia excesivamente transmisión verbal de contenidos teóricos desvinculados de experiencias prácticas, empobreciendo aprendizajes significativos, mientras las carencias materiales no justifican mantener enfoques tradicionales cuando existen alternativas contemporáneas implementables con recursos mínimos que activarían procesos cognitivos superiores conectando contenidos químicos con situaciones relevantes para los estudiantes.

Las creencias epistemológicas docentes evidencian características transicionales entre concepciones positivistas tradicionales y marcos constructivistas contemporáneos, donde aunque los discursos explícitos reconocen que estudiantes construyen conocimiento activamente, persisten elementos arraigados que conciben la ciencia como acumulación objetiva de verdades descubiertas mediante métodos infalibles. Esta coexistencia paradigmática se reproduce implícitamente mediante socialización profesional generacional, requiriendo procesos formativos sostenidos que promuevan reflexión crítica genuina sobre asunciones epistemológicas y experimentación sistemática con aproximaciones pedagógicas alternativas.

Integrando los hallazgos, se establece que creencias epistemológicas y sistemas lingüísticos especializados determinan fundamentalmente formas de enseñanza y posibilidades comprensivas estudiantiles, operando como estructuras condicionantes que perpetúan dificultades sistemáticas. El modelo teórico construido con sus seis dimensiones interdependientes, motivacional, cognitiva, comunicativa, epistemo-didáctica, epistemológica y pedagógica proporciona orientaciones fundamentadas para transformar estas estructuras, integrando principios epistemológicos contemporáneos con estrategias comunicativas apropiadas y estrategias didácticas transversales contextualizadas, adaptadas específicamente a condiciones contextuales del municipio de Chinú en el departamento de Córdoba, promoviendo así aprendizajes químicos genuinamente significativos.

Una reflexión de fondo que emerge de esta investigación es que las dificultades en la enseñanza de la química no son producto del desinterés docente sino de estructuras formativas históricamente consolidadas que no proveyeron los referentes epistemológicos y didácticos necesarios para tomar decisiones pedagógicas fundamentadas. Reconocer esto transforma la interpretación del problema: no se trata de docentes que enseñan mal sino de un sistema que los formó reproduciendo exactamente el mismo positivismo que hoy se identifica como obstáculo central para la comprensión química en las aulas del municipio.

Esta reproducción no opera de manera consciente ni deliberada sino como una herencia epistemológica silenciosa transmitida generacionalmente a través de prácticas, lenguajes y rutinas de enseñanza. De ahí que identificarla constituya en sí mismo un aporte teórico de esta investigación, pues nombrar lo invisible es condición necesaria para interrumpir el ciclo, y el modelo construido responde precisamente a esa necesidad al proporcionar a los docentes referentes explícitos desde los cuales reflexionar críticamente sobre sus propias concepciones y decisiones pedagógicas cotidianas.

Esta comprensión tiene implicaciones profundas para el campo de la didáctica de las ciencias en Colombia, pues sitúa la responsabilidad de la transformación no exclusivamente en el docente individual sino en los programas de formación inicial y continua que deben incorporar la epistemología de las ciencias como eje constitutivo. De ahí que el modelo teórico propuesto no sea simplemente una herramienta de aula sino una respuesta a una deuda formativa estructural que el sistema educativo colombiano mantiene con sus docentes de ciencias en contextos rurales y semiurbanos.

La tensión documentada entre el discurso pedagógico contemporáneo que los docentes declaran y las prácticas positivistas que efectivamente implementan revela que las concepciones epistemológicas no cambian por exposición a nuevos discursos sino mediante experiencias reflexivas sostenidas que confronten las creencias implícitas con evidencias de sus efectos reales. En consecuencia, cualquier programa de transformación pedagógica que ignore esta dimensión profunda producirá cambios superficiales en el vocabulario docente sin transformar las estructuras que orientan las prácticas cotidianas.

Este hallazgo interpela directamente a las políticas de formación docente en ciencias, pues evidencia que la brecha entre discurso y práctica no es una contradicción individual sino una consecuencia estructural de trayectorias formativas que nunca confrontaron sistemáticamente las creencias epistemológicas implícitas de los futuros maestros. Así considerado, el municipio de Chinú no representa una anomalía educativa sino un espejo donde se reflejan debilidades formativas que atraviesan transversalmente la educación científica colombiana.

Esta investigación invita además a reconocer a los docentes como productores de conocimiento pedagógico situado. Las voces de los cuatro participantes no fueron simplemente fuentes de datos sino co-constructores de un saber que emergió del encuentro hermenéutico entre sus experiencias vividas y los marcos teóricos contemporáneos, lo que significa que la transformación de la enseñanza de la química debe construirse desde y con quienes habitan cotidianamente las aulas, sus contradicciones, sus limitaciones y sus posibilidades reales.

Asumir este reconocimiento tiene además una dimensión ética: la investigación educativa en contextos rurales colombianos tiene la responsabilidad de devolver a los docentes participantes no solo resultados sino herramientas concretas para transformar su propia práctica. El modelo teórico propuesto representa precisamente ese compromiso de reciprocidad, cerrando el círculo hermenéutico que caracterizó metodológicamente este estudio y confirmando que investigar con los docentes es condición indispensable para construir conocimiento didáctico genuinamente pertinente.

La valoración del modelo por parte de los docentes participantes aportó evidencia sobre su pertinencia en el contexto del municipio de Chinú. Los cuatros participantes coincidieron en que la articulación entre las dimensiones motivacional, cognitiva, epistemológica, comunicativa y contextual constituye su núcleo más valioso, reconociendo que esta integración favorece simultáneamente la motivación, el pensamiento crítico y la comunicación científica, elementos que los propios participantes identificaron como ausentes en sus prácticas pedagógicas cotidianas, lo que refuerza la coherencia entre los hallazgos hermenéuticos y la propuesta teórica construida.

En relación con las dificultades de implementación, los participantes señalaron tres factores críticos: la resistencia al cambio pedagógico, las limitaciones en la formación docente y el tiempo requerido para la aplicación integral de las dimensiones propuestas. Estas observaciones son coherentes con los hallazgos del Momento IV, donde se documentó que las concepciones epistemológicas positivistas operan como estructuras profundamente arraigadas que no se transforman mediante intervenciones puntuales sino a través de procesos formativos sostenidos, reflexivos y contextualizados en las condiciones reales de las instituciones educativas del municipio.

Las recomendaciones de los participantes convergieron en tres ejes que el modelo debe fortalecer: la capacitación docente continua, el desarrollo de mecanismos claros de integración de las dimensiones mediante guías y talleres, y el fortalecimiento del componente contextual como pilar transversal que ancle todas las dimensiones a la realidad sociocultural específica del municipio de Chinú, abriendo así una agenda formativa que trasciende los alcances de esta investigación doctoral y señala rutas concretas para su transferencia a otros contextos similares.

**Recomendaciones**

Se requiere implementar alternativas pedagógicas contemporáneas que transformen sustancialmente las experiencias de aprendizaje, donde el aprendizaje basado en proyectos permite abordar problemáticas significativas del entorno mediante investigaciones sostenidas que integran conocimientos químicos con aplicaciones prácticas, mientras el aprendizaje por indagación posiciona a estudiantes como investigadores que formulan preguntas, diseñan exploraciones y construyen explicaciones fundamentadas. La argumentación como eje pedagógico promueve que defiendan interpretaciones con evidencias, evalúen críticamente ideas de compañeros y refinen comprensiones mediante diálogos razonados, activando estas aproximaciones procesos cognitivos superiores que conectan contenidos con situaciones relevantes para las vidas estudiantiles.

Resulta imperativo priorizar desarrollo de habilidades científicas transferibles sobre memorización de información factual fragmentada, reconociendo que capacidades como

observar sistemáticamente fenómenos, diseñar procedimientos experimentales rigurosos, formular preguntas investigables, analizar críticamente datos, argumentar conclusiones basándose en evidencias y comunicar hallazgos claramente constituyen competencias aplicables en múltiples contextos disciplinares y profesionales. Los contenidos químicos deben abordarse desde perspectivas integradoras que visibilicen conexiones naturales con otras áreas del conocimiento, permitiendo que estudiantes comprendan que el conocimiento científico forma redes integradas facilitando transferencia de aprendizajes entre dominios.

Debe evitarse presentar conceptos químicos como verdades definitivas incuestionables que memorizar acríticamente, resultando más formativo enfatizar interrelaciones entre ideas, procesos históricos mediante los cuales se construyeron, controversias generadas, limitaciones de modelos explicativos actuales y preguntas que permanecen abiertas. Esta aproximación epistemológica reconoce que conocimiento científico es provisional, socialmente construido y culturalmente situado, promoviendo perspectivas críticas donde el objetivo pedagógico fundamental sea comprensión genuina de fenómenos químicos, principios explicativos y aplicaciones prácticas, trascendiendo simple capacidad de repetir información memorizada mediante múltiples representaciones complementarias y verificación sistemática de comprensiones estudiantiles.

Estas comprensiones abren interrogantes valiosos para profundizaciones futuras: ¿Qué transformaciones específicas en la comprensión conceptual, el pensamiento científico y las actitudes hacia la química generaría la implementación sostenida del modelo propuesto durante ciclos escolares completos? ¿Cómo influyen diferencialmente las diversas formas de representar fenómenos químicos (macroscópica, submicroscópica, simbólica) en las trayectorias de aprendizaje de estudiantes con características cognitivas, socioculturales y motivacionales diversas? ¿Qué comprensiones sostienen los docentes de química sobre la naturaleza epistemológica de los modelos científicos, sus funciones explicativas, sus limitaciones inherentes y su rol en la construcción del conocimiento químico escolar?

## REFERENCIAS


Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. Science & Education, 22(9), 2087-2107. https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2

Acevedo, J. A., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., y Manassero, M. A. (2017). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14(2), 361-379. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.06

Adúriz-Bravo, A., Salazar, I., Mena, N., y Badillo, E. (2006). La epistemología en la formación del profesorado de ciencias naturales: aportaciones del positivismo lógico. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, 1(1), 6-23.

Aguirre, M., y Gómez, R. (2021). Dimensiones axiológicas en la investigación educativa cualitativa: implicaciones para el diseño metodológico en ciencias sociales. Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social, 11(21), 45-62. https://doi.org/10.36260/rbr.v11i21.1876

Amador, R. (2021). ¿Qué naturaleza de la ciencia se presenta en los libros de química para la educación secundaria en América Latina? Enseñanza de Las Ciencias, 39(3), 11-31. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3272

Amador-Rodríguez, R., Valencia, J. A., Lozano, E. E., Flórez, E. P., y Adúriz-Bravo, A. (2022). Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en docentes: pistas para pensar cambios en su formación. Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 20(1), 1601. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1601

Aragón, L. (2024). Imagen de la química escolar: una percepción construida desde las experiencias de docentes y estudiantes. Revista Latinoamericana Ogmios, 4(10), 29-42. https://doi.org/10.53595/rlo.v4.i10.102

Arcia, K., y Contreras, W. (2016). Construcción de conocimiento a partir de la perspectiva de Stephen Toulmin: un análisis de las dinámicas argumentativas de algunos maestros de química del municipio de Caucasia.

Arias, F. (2018). Diferencia entre teoría, aproximación teórica, constructo y modelo teórico. Actividad Física y Ciencias, 10(2), 7-12.

Arturo, N. (2015). Saber docente e historia de la química desde una implicación didáctica para la explicación de la ciencia. Revista UNIMAR, 33(1), 45-62.

Asprilla, F., Villagrá, J., y Sahelices, M. (2022). Revisión bibliográfica sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de reacción química. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(4), 1353-1382. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2664

Ausubel, D. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. Grune y Stratton.

Ausubel, D. (1968). Educational psychology: a cognitive view. Holt, Rinehart, and Winston.

Ausubel, D. (2000). The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9454-7

Ávila, O., Lorduy, D., Aycardi, M., y Flórez, E. (2020). Concepciones de docentes de química sobre formación por competencias científicas en educación secundaria. Revista Espacios, 41(46), 244-260.

Aviles, I., y Galembeck, E. (2019). Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesores de Brasil y Venezuela. Investigações em Ensino de Ciências, 24(2), 256-270. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p256

Baeza, C. (2020). La dimensión ética de la investigación educativa. Revista Ethika+, (1), 46-69. https://doi.org/10.5354/2452-6037.2020.57076

Baquedano, C. (2024). Neurociencia y aprendizaje científico: bases cognitivas para despertar la curiosidad en el aula de ciencias naturales. Revista Latinoamericana de Educación en Ciencias, 12(3), 88-104. https://doi.org/10.35622/rleciencias.v12i3.412

Bárcenas, A. (2023). Aprendizaje desde el error en la enseñanza de la química. Revista Arjé, 6(2), 1-12. https://doi.org/10.47633/arje.v6i2.662

Borjas, J. (2020). Validez y confiabilidad en la recolección y el análisis de datos bajo un enfoque cualitativo. Trascender, Contabilidad y Gestión, 5(15), 79-97.

Bunge, M. (1976). La investigación científica. Ariel.

Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, (69), 21-34.

Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, (78), 7-20.

Caamaño, A. (2018). La modelización en la enseñanza de la química: del modelo científico al modelo escolar. Educación Química, 29(1), 3-19. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63808

Caballero, A., y Castro, H. (2025). Enseñanza de la química aplicando transformación a través de la implementación de laboratorios de proyectos pedagógicos productivos. Una revisión sistemática. Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ), 3(2), 297-318. https://doi.org/10.62131/MLAJ-V3-N2-020

Cabrera, H. (2016). Aportes a la enseñanza de la química a partir de un estudio histórico filosófico de la experimentación asociada a la combustión para profesores en formación inicial. https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/458693cf-c8ed-47f3-8b77-8458e7d0eb5d

Cabrera, H. (2017). Caracterización del lenguaje químico asociado a la combustión en profesores en formación inicial de ciencias naturales. Enseñanza de las Ciencias (Extra), 2473-2478.

Candela, A. (2010). Time and space: undergraduate Mexican physics in motion. Cultural Studies of Science Education, 5(3), 701-727. https://doi.org/10.1007/s11422-010-9259-5

Carroll, G., y Park, S. (2024). Towards expansive model-based teaching: a systematic synthesis of modelling pedagogies in science education literature. Studies in Science Education, 1-39. https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2417157

Casabonne, C., y Droguett, Z. (2014). La relación entre lenguaje, desarrollo y aprendizaje desde la teoría sociohistórica de Vygotsky. https://www.aacademica.org/ccisternascasabonne/3.pdf

Castro Sánchez, A. I. (2025). CONSTRUCTO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS DOCENTES. APORTES DESDE LA EDUCACIÓN COMPARADA EN CONTEXTOS RURALES Y URBANOS DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER. TESIS DOCTORALES. https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/2147

Cedeño, A., y Pita, Y. (2021). La enseñanza de la química: necesidad de un fortalecimiento y comprensión en estudiantes de bachillerato. ORATORES, 15(9), 13-23.

Chamizo, J. (2007). *Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, 25**(**1), 133–146. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3764

Chamizo, J. (2014). La naturaleza de la química y su impacto en la enseñanza: modelos, representaciones y lenguajes. Educación Química, 25(4), 456-470. https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70565-3

Chomsky, N. (1957). Estructuras sintácticas. Siglo XXI.

Chonillo, L., Heredia, D., Chayña, J., Ramos, Z., y Sánchez, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. Revista Innova Educación, 6(1), 71-88. https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.005

Cifuentes, J. E. (2023). Derechos Básicos de Aprendizaje en ciencias naturales: orientaciones curriculares para la educación media en Colombia. Ministerio de Educación Nacional. https://www.mineducacion.gov.co/portal/secciones/1758/W3-Article-349446.html

Coffey, A., y Atkinson, P. (2003). Encontrar el sentido a los datos cualitativos. Estrategias complementarias de investigación. Universidad de Antioquia.

Colciencias. (2018). Código de ética para la investigación científica en Colombia. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/codigo-etica.pdf

Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., y Zabala, A. (2007). El constructivismo en el aula (17ª ed.). Graó.

Constitución Política de Colombia. (1991, julio 4). Diario Oficial 47570. https://www.ramajudicial.gov.co/documents/10228/1547471/CONSTITUCION-Interiores.pdf

Cordero, A. (2025). La enseñanza de la química: un aporte teórico desde las competencias científicas. TESIS DOCTORALES. https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/2131

Cosentino, A. (2010). Las fortalezas del carácter. En A. Castro S. (Comp.), Fundamentos de psicología positiva (pp. 111-135). Paidós.

Cutrera, G., y Stipcich, S. (2016). El triplete químico. Estado de situación de una idea central en la enseñanza de la química. Revista Electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación, 3(6).

De Colombia, G. (2017). Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026. http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/PNDE%20FINAL_ISBN%20web.pdf

De Manuel, E. (2004). Química cotidiana y currículo de química. Anales de Química de la RSEQ, (1), 25-33.

De Oca, Y., Medina, J., Argón, S., Díaz, C., Bernal, A., Leal, A., y Mendoza, S. (2015). Apatía, desmotivación, desinterés, desgano y falta de participación en adolescentes mexicanos. Enseñanza e Investigación en Psicología, 20(3), 326-336.

DeGlopper, K. S., Russ, R. S., Sutar, P. K., y Stowe, R. L. (2023). Beliefs versus resources: a tale of two models of epistemology. Chemistry Education Research and Practice, 24, 768-784. https://doi.org/10.1039/D2RP00290F

Dos Santos, M. (2023). Conhecimentos de natureza da ciência mobilizados e relacionados a outros conhecimentos por um futuro professor de Química em situações de ensino autênticas.

Doubront, L. (2021). Abordaje epistemológico en la investigación educativa para la aproximación, constructo, modelo o perspectiva teórica. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 5(18), 354-372. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.152

Echeverri, L. (2003). ¿Qué es epistemología? Cinta de Moebio: Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales, (18), 2.

Erduran, S., y Mugaloglu, E. (2013). Interactions of economics of science and science education: investigating the implications for science teaching and learning. Science & Education, 22(10), 2405-2425. https://doi.org/10.1007/s11191-012-9519-8

Estupiñan, M. (2022). La práctica pedagógica de la química, realidades en la educación secundaria colombiana. TESIS DOCTORALES. https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/177

Farré, A., Zugbi, S., y Lorenzo, M. (2014). El significado de las fórmulas químicas para estudiantes universitarios. El lenguaje químico como instrumento para la construcción de conocimiento. Educación Química, 25(1), 14-20.

Fernández, M. (2022). Concepciones epistemológicas de docentes de química en educación secundaria y su influencia en las prácticas pedagógicas [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. E-Prints Complutense. https://eprints.ucm.es/id/eprint/74328/

FLORES ESPEJA, J. L. (2014). Un enfoque epistemológico-constructivista para facilitar el aprendizaje en el laboratorio desde una perspectiva ausubeliana (Doctoral dissertation, Universidad de Burgos).

Flores, J., Caballero, M., y Moreira, M. (2013). Ideas epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia de docentes en formación de biología y de química.

Foucault, M. (2007). La arqueología del saber. Siglo veintiuno.

Freire, M., Talanquer, V., y Amaral, E. (2019). Conceptual profile of chemistry: a framework for enriching thinking and action in chemistry education. International Journal of Science Education, 41(5), 674-692. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1578001

Furió, C., y Furió, C. (2018). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. Educación Química, 11(3), 300. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.200.30.3.66442

Gadamer, H. (1977). Verdad y método. Fundamentos de una hermenéutica filosófica. Sígueme.

Gadamer, H. (1993). Verdad y método. Sígueme. https://www.academia.edu/9082328/Verdad_y_M%C3%A9todo_I_Hans_Georg_Gadamer_

Galagovsky, L. (2008). ¿Qué tienen de naturales las ciencias naturales? (Primera ed.). Editorial Biblos.

Galagovsky, L. (2009). Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, (Extra), 425-429.

Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giacomo, M., y Alí, S. (2014a). Algunas reflexiones sobre la distancia entre "hablar química" y "comprender química". Ciência & Educação (Bauru), 20, 785-799. https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400001

Galagovsky, L., Bekerman, D., y Di Giacomo, M. (2009). La química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 8(3), 952-975.

Galagovsky, L., Bekerman, D., y Di Giacomo, M. (2014b). Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje. Avances en Didáctica de la Química: Modelos y Lenguajes, (1), 107-118.

Galagovsky, L., Di Giacomo, M., y Castelo, V. (2009). Modelos vs. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 8(1), 1-22.

Galagovsky, L., Rodríguez, M., Stamati, N., y Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de "reacción química" a partir del concepto de "mezcla". Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 107-121.

Galagovsky, L., y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 19(2), 231-242.

Galvis, J., y Pasuy, N. (2022). Concepciones epistemológicas y características de las prácticas pedagógicas del profesorado. Revista Unimar, 40(2), 173-193. https://doi.org/10.31948/Rev.unimar/unimar40-2-art9

García, F. F., y Porlán, R. (2000). El proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar). Biblio 3W: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, (205). http://www.ub.es/geocrit/b3w-205.htm

Giere, R. (1999). Science without laws. University of Chicago Press.

Gilbert, J., y Treagust, D. (2009). Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. En J. K. Gilbert y D. Treagust (Eds.), Multiple Representations in Chemical Education. Models and Modeling in Science Education (Vol. 4, pp. 1-10). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_1

González, E. (2011). El retorno a la traducción o nuevamente sobre la historia del concepto de hermenéutica. Opinión Jurídica, 10(19), 41-60. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-25302011000100003

González, F., y Villegas, M. (2009). Fundamentos epistemológicos en la construcción de una metódica de investigación. Atos de Pesquisa em Educação, 4(1), 89-121.

González, L. (2021). Concepciones de docentes sobre la naturaleza de la química y su incidencia en las prácticas de enseñanza en educación básica secundaria [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UN. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80245

Gónzalez, N., y Naranjo, A. (2023). Aportes de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia en la comprensión del concepto de concentraciones químicas en educación secundaria. https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/8079

Google. (2026). *El docente como filtro de la enseñanza* [Imagen generada mediante inteligencia artificial]. NotebookLM. https://notebooklm.google.com/notebook/4da1635f-88bd-429a-9357-bbf6464b3d21

Google. (2026). *La barrera pedagógica: el predominio de la visión positivista heredada* [Imagen generada mediante inteligencia artificial]. NotebookLM. https://notebooklm.google.com/notebook/ff59d234-653b-460d-987f-ad0107ca9173

Google. (2026). *La complejidad del lenguaje especializado químico* [Imagen generada mediante inteligencia artificial]. NotebookLM. https://notebooklm.google.com/notebook/4da1635f-88bd-429a-9357-bbf6464b3d21

Google. (2026). *Síntesis del déficit estructural en la didáctica local* [Imagen generada mediante inteligencia artificial]. NotebookLM. https://notebooklm.google.com/notebook/ff59d234-653b-460d-987f-ad0107ca9173

Guarnizo, M., y Puentes, O. (2024). Capítulo 3. Laboratorios artesanales para favorecer la enseñanza de la química orgánica en estudiantes de grado once. En Química: experiencias y estrategias educativas en el aula. Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO. https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/17823

Gurdián, A. (2007). El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa. PrintCenter. https://ice.ua.es/es/documentos/recursos/materiales/el-paradigma-cualitativo-en-la-investigacion-socio-educativa.pdf

Henao, B., Stipcich, M., y Moreira, M. (2011). La educación en ciencias desde la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin. Latin-American Journal of Physics Education, 5(1).

Henao, B., y Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill.

Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Hernández, V. (2019). Concepciones de naturaleza de la ciencia en profesores de química de educación media: un estudio de caso en instituciones públicas colombianas. Revista Tecné, Episteme y Didaxis, (46), 57-74. https://doi.org/10.17227/ted.num46-9456

Herrera, D. (2021). Estrategia didáctica sobre la enseñanza contextualizada del concepto de isomería en la química orgánica estructural desde una mirada histórica, filosófica y epistémica de la ciencia: un cambio de perspectiva para licenciados en química. https://doi.org/10.17993/3ctic.2019.82.12-27

Herrera, D. (2025). Efectividad de los modelos científicos en la enseñanza de la química: perspectivas desde la práctica docente en educación media. Revista Iberoamericana de Educación en Ciencias, 12(1), 88-104.

Hurtado, J. (2010). Metodología de la investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia (4ª ed.).

ICFES. (2022). *Informe Nacional de Resultados Saber 11° 2022*. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. https://www.icfes.gov.co/informe-nacional-2022/

Jiménez, A. (2018). Enfoque sociocultural y algunas aproximaciones en la enseñanza de las ciencias. Proyectos investigativos en educación en ciencias: articulaciones desde enfoques histórico-epistemológicos, ambientales y socioculturales (pp. 125-147).

Jiménez, G. (2023). Evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia en docentes de física y química en formación inicial. Dykinson S. L. https://hdl.handle.net/2445/217245

Johnstone, A. (1982). Macro-and micro-chemistry. School Science Review, 64(227), 377-379.

Johnstone, A. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. Journal of Computer Assisted Learning, 7(2), 75-83. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x

Johnstone, A. (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. Journal of Chemical Education, 70(9), 701-705. https://doi.org/10.1021/ed070p701

Johnstone, A. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice, 1(1), 9-15. https://doi.org/10.1039/a9rp90001b

Labarca, M. (2009). Acerca de la naturaleza de la química: algunos comentarios. Educación en la Química, 15(2), 1-12.

Lara, S. (2020). La diáspora académica en una universidad pedagógica: más allá de los números. Revista de Investigación, 44(99), 100-127. https://revistas.upel.edu.ve/index.php/revinvest/article/view/1890

Lara, S. (2023). Fundamentos metodológicos para el análisis hermenéutico en investigación educativa cualitativa. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 7(29), 1124-1138.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), Handbook of Research on Science Education (pp. 831-880). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203824696-32

Ledesma, M. (2014). Análisis de la teoría de Vygotsky para la reconstrucción de la inteligencia social. Universidad Católica de Cuenca.

LEE - Laboratorio de Economía de la Educación. (2023). *Informe 79: Características y retos de la educación rural en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana. https://www.javeriana.edu.co/recursosdb/5581483/8102914/Informe-79-Educaci%C3%B3n-rural-en-Colombia-(F)oct.pdf

LEE. (2022). Informe 49: Brechas territoriales en resultados de Pruebas Saber 11. Regiones y departamentos antes y durante la pandemia por Covid-19. LEE. https://lee.javeriana.edu.co/w/lee-informe-49

LEE. (2024). Informe sobre desempeño en ciencias naturales en instituciones de educación media. Laboratorio de Economía de la Educación. https://lee.javeriana.edu.co

Lemke, J. (1997). Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores. Paidós Ibérica.

Ley General de Educación. (Ley 115 de febrero 8 de 1994). Diario Oficial No. 41.214 de 8 de febrero de 1994. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

López-Gutiérrez, Y., y Pérez, M. (2022). El experimento químico docente con enfoque sociocultural en la formación del profesor de química. EduSol. https://edusol.cug.co.cu:443/index.php/EduSol/article/view/175

Lorduy, D., y Naranjo, C. (2020). Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Revista Científica, (39), 324-340. https://doi.org/10.14483/23448350.15655

Manrique, F. (2020). Conceptos abstractos, lenguaje e hibridación. Análisis. Revista de Investigación Filosófica, 7(2).

Martín, M. (2013). Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo. https://www.researchgate.net/publication/320528757

Martínez, D., y Garay, F. (2023). Los modelos teóricos escolares en la enseñanza de la química contextual. Bio-grafía, 16(Extraordinario). https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/20478

Martínez, J. (2022). Modelo transdisciplinario para la enseñanza de la química desde la visión prospectiva de los docentes de instituciones de educación secundaria. TESIS DOCTORALES. https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/187

Martínez, L., Hinojo, F., y Díaz, I. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza-aprendizaje por parte de los profesores de química. Información Tecnológica, 29(2), 41-52. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200041

Martínez, M. (2004). Ciencia y arte en la metodología cualitativa. Trillas.

Martínez, M. (2006). Comportamiento humano: nuevos métodos de investigación (2ª ed.). Trillas.

Martínez, M. (2008). La investigación cualitativa etnográfica en educación (3ª ed.). Trillas.

Martínez, M. (2011). Epistemología y metodología cualitativa en las ciencias sociales. Trillas.

Martínez, V. (2013). Paradigmas de investigación. https://pics.unison.mx/wp-content/uploads/2013/10/7_Paradigmas_de_investigacion_2013.pdf

Matus, L., Benarroch, A., y Perales, F. (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria: análisis desde los resultados de la investigación educativa. Enseñanza de las Ciencias, 26(2), 153-176.

McComas, W. F., Reiss, M. J., Jiménez-Aleixandre, M. P., Kampourakis, K., y Cavera, I. (2020). Considering the role of the history and nature of science in STEM education. Science & Education, 29(2), 157-176. https://doi.org/10.1007/s11191-019-00102-3

Meroni, G., Copello, M., y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. Educación Química, 26(4), 275-280. https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002

Milanovic, V. D., y Trivic, D. D. (2023). What contents from the history of chemistry are estimated as useful for chemistry lessons: attitudes of chemistry teachers. Research in Science & Technological Education, 41(3), 1101-1116. https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1985447

MinEducación. (2022). Resultados desempeño en las Pruebas Saber 2022. https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-107411.html

Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. MEN.

Ministerio de Educación Nacional. (2022). Informe de resultados Pruebas Saber 11: análisis por áreas y regiones. MEN.

Miranda, S., y Ortiz, J. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 11(21). https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717

Mönch, C., y Markic, S. (2023). Development, implementation, and evaluation of a pre-service chemistry teacher preparation unit on fostering pedagogical scientific language knowledge. Journal of Chemical Education, 100(9), 3228-3239. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01222

Montaña, P. (2018). Articulación de los tres niveles representacionales de la enseñanza de la química en el concepto de cambio de la materia en básica secundaria. Facultad de Ciencias. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69237

Montenegro, R. (2021). Construcción de modelos teóricos en la didáctica de las ciencias: fundamentos epistemológicos y proyecciones pedagógicas para la enseñanza de la química. Revista de Educación en Ciencias, 18(2), 112-128.

Morales, C. (2022). Formación docente en ciencias naturales y su impacto en las concepciones epistemológicas sobre la enseñanza de la química en educación media. Educación y Ciencia, 25(44), 78-96.

Moreno, L. (2020). El lenguaje químico en la resolución de problemas sobre reactividad en química orgánica: un estudio de casos [Tesis doctoral, Universidad de Burgos].

Murillo, N. (2024). Aproximación teórica sobre concepciones, creencias y representaciones sociales acerca de la enseñanza de la química. DIALÉCTICA, 2(24). https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i24.3498

Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. En Blanco y Negro, 3(2), 38-46. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/3862

OpenAI. (2026). *ChatGPT* (versión de junio de 2026) [Modelo teórico para la enseñanza de la química basado en el lenguaje y la epistemología]. https://chatgpt.com

Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., y Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. Educación Química, 25(1), 46-55.

Ortega, M. (2024). Concepciones epistemológicas de docentes de química en contextos rurales colombianos: tensiones entre tradición y renovación pedagógica. Revista Colombiana de Educación, (91), 203-224.

Ospina, D. (2024). Modelos teóricos emergentes desde las experiencias docentes en la enseñanza de las ciencias naturales: una aproximación hermenéutica. Praxis & Saber, 15(38), e15834. https://doi.org/10.19053/22160159.v15.n38.2024.15834

Pabón, J. (2025). La práctica pedagógica y sus implicaciones en la enseñanza de la química en educación secundaria. TESIS DOCTORALES. https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/1998

Palacios, A., Pedragosa, M., y Querejeta, M. (2022). Lenguaje, pensamiento y construcción del conocimiento. Libros de Cátedra. https://libros.fahce.unlp.edu.ar/index.php/libros/catalog/book/183

Palma, A. (2025). Lenguaje como actividad humana: funciones del lenguaje y su aplicación en la vida cotidiana. Dominio de las Ciencias, 11(1), 143-153. https://doi.org/10.23857/dc.v11i1.4128

Paredes, C., Mora, F., Paredes, L., y Gómez, R. (2024). Didáctica de la química desde la nueva visión de la ciencia. Revista Social Fronteriza, 4(5), e45448. https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)448

Parra, J. (2021). Lineamientos epistemológicos para la enseñanza de la química en contextos de educación media: aportes desde la investigación cualitativa. Revista Unimar, 39(1), 45-62.

Parra, J. (2022). Modelo transdisciplinario para la enseñanza de la química desde la visión prospectiva de los docentes de instituciones de educación secundaria. TESIS DOCTORALES. https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/187

Pérez, J. (2021). Aspectos onto gnoseológicos y teleológicos de la investigación. Educere, 25(70), 209-222. https://www.redalyc.org/journal/356/35666225002/

Pérez, P. (2024). *Gestión en la resolución de conflictos en el ambiente escolar de la comunidad educativa El Deseo de Chinú Córdoba*. https://bibliotecadigital.usb.edu.co/entities/publication/ad6164c6-1167-4b29-98a5-9fcb1b36ae3a

Pérgola, M. (2021). Estudio didáctico epistemológico sobre la enseñanza y el aprendizaje de aspectos redox de la respiración celular [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires].

Pietrocola, M. (2008). Mathematics as structural language of physical thought. En M. Vicentini y E. Sassi (Eds.), Connecting Research in Physics Education with Teacher Education.

Pino, D. (2023). Propuesta de modelo de planeación didáctica para la enseñanza de la química a partir del CDC. Discimus: Revista Digital de Educación, 2(1), 88-114.

Piñuel, J. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. Estudios de Sociolingüística, 3(1), 1-42.

Porlán, R., Rivero, A., y Martín, R. (2018). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores: teoría, métodos e instrumentos. Enseñanza de las Ciencias, 16(2), 271-288.

Pozo, J. I., y Gómez, M. Á. (2009). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico (7ª ed.). Morata.

Pozuelo, J. (2021). Aprendiendo reacciones químicas en tiempos de pandemia. Educación Química, 32(4), 74-80. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.79934

Quijano, A., y Navarrete, Y. (2021). La enseñanza de la química: necesidad de un fortalecimiento y comprensión en estudiantes de bachillerato. ORATORES, 15(9), 13-23.

Ramírez, C. (2023). Articulación de los niveles de representación química en la enseñanza de la química orgánica: dificultades y estrategias didácticas en educación media. Tecné, Episteme y Didaxis, (54), 122-138.

Ramírez, C. (2024). Modelos didácticos para la enseñanza de química orgánica en educación media superior: articulación de lenguajes representacionales y pensamiento químico [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional UNAM. https://repositorio.unam.mx/contenidos/5847392

Real, C. (2019). Materiales didácticos digitales: un recurso innovador en la docencia del siglo XXI. 3C TIC: Cuadernos de Desarrollo Aplicados a las TIC, 8(2), 12-27. https://doi.org/10.17993/3ctic.2019.82.12-27

Restrepo, C. (2023). Procesos argumentativos y epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales: una revisión sistemática de la investigación colombiana. Revista Colombiana de Educación, (88), 178-196.

Restrepo, C., y Guzmán, J. (2013). Procesos argumentativos de profesores de ciencias en el marco de la experimentación cualitativa [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia.

Reyes, F., Ruiz, B., Llano, M., Lechuga, P., y Mena, M. (2021). El aprendizaje de la reacción química: el uso de modelos en el laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 39(2), 103-122. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3094

Rodríguez, A., y Arias, A. (2022). ¿El aprendizaje basado en indagación mejora el rendimiento académico del alumnado en ciencias? Análisis basado en PISA 2018. *Revista Colombiana de Educación*, (86), 53-74. https://doi.org/10.17227/rce.num86-12232

Rodríguez, A., y Arias, A. (2022). ¿El aprendizaje basado en indagación mejora el rendimiento académico del alumnado en ciencias? Análisis basado en PISA 2018. Revista Colombiana de Educación, (86). https://doi.org/10.17227/rce.num86-12232

Rodríguez, J. (2025). La naturaleza provisional del conocimiento científico-disciplinar: implicaciones para la formulación de preguntas de investigación educativa. Revista Boletín Redipe, 14(3), 57-69. https://doi.org/10.36260/rbr.v14i3.2387

Rodríguez, R., y Adúriz-Bravo, A. (2011). ¿A qué epistemología recurrir para investigar sobre la enseñanza de las ciencias? Revista EDUCyT, 3, 3-16.

Rojas, A. (2023). Formación docente en epistemología de las ciencias: impacto en las concepciones y prácticas de enseñanza de la química en educación media [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/17845

Romero, A., y Henao, B. (2013). Procesos argumentativos de profesores de ciencias en el marco de la experimentación cualitativa.

Rua, A., y Alzate, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 8(1), 145-166.

Sandoval, C. (2002). Especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social. ARFO Editores e Impresores Ltda.

Sandoval, C. (2022). Fundamentos cualitativos y hermenéuticos en la investigación educativa contemporánea. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 6(24), 882-897.

Sanmartí, N. (2002). Didáctica de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria. Síntesis.

Scribano, A. (2007). El proceso de investigación social cualitativo. Entrevista en profundidad (pp. 71-89). https://metodologiacienciassocialesunrn.files.wordpress.com/2012/08/unidad4-2-scribano-entrevista-en-la-profundidad.pdf

Secretaría de Educación Departamental de Córdoba. (2023). Informe de diagnóstico educativo: brechas en calidad y cobertura en educación media del departamento de Córdoba. Gobernación de Córdoba.

Secretaría de Educación Departamental de Córdoba. (2024). *Informe análisis de resultados Prueba Saber 11° 2023*. https://seducacion.cordoba.gov.co/_contenido/noticias/2024/Abril/Informe_Analisis_de_pruebas_Saber_11_2023.pdf

Secretaría Municipal de Educación de Chinú. (2024). Informe de gestión y resultados académicos en ciencias naturales. Alcaldía Municipal de Chinú.

Segarra, A., y Gadea, I. (2017). Uso de los museos para contribuir a superar las visiones deformadas de la ciencia. Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, (Extra), 3827-3832.

Segovia, N. (2024). Papel de la observación y las preconcepciones teóricas en la enseñanza de las ciencias naturales. Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 4(2), 862-870. https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i2.321

Seid, G., y Pérez, R. (2022). Los puntos de partida epistemológicos y operativos en la observación de campo. Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales, 12(2), e113. https://doi.org/10.24215/18537863e113

Serna, M., y Packer, M. (2014). Pensamiento y lenguaje. El proyecto de Vygotsky para resolver la crisis de la psicología. Tesis Psicológica, 9(2), 30-57.

Silva, R. (2022). Análisis del discurso docente en la enseñanza de química: lenguajes, metáforas y construcción de significados en educación secundaria [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Repositorio Digital CONICET. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/187452

Siso, Z., Sanchez, I., y Cuellar, L. (2019). Concepciones metateóricas de profesores de química y su revisión en un itinerario de formación y reflexión. https://www.revistaespacios.com/a19v40n09/19400923.html

Sordini, M. (2018). La entrevista en profundidad en el ámbito de la gestión pública. Revista Reflexiones, 98(1), 75-88. https://doi.org/10.15517/rr.v98i1.33083

Sosa, J., Rodriguez, A., Alvarez, W., y Forero, A. (2020). Mobile learning como estrategia innovadora en el aprendizaje de la química inorgánica. Espacios, 41(44), 201-216. https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n44p15

Suárez, F. (2021). Enseñanza de la química y articulación de niveles representacionales: estrategias para la comprensión profunda en educación media. Tecné, Episteme y Didaxis, (50), 145-162. https://doi.org/10.17227/ted.num50-12934

Sucre, L., y Cedeño, J. (2019). Un recorrido al proceso de mediación, análisis y teorización en la investigación cualitativa. Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo, (septiembre).

Taber, K. (2019). Foundations for teaching chemistry (Foundation). https://doi.org/10.4324/9781351233866

Talanquer, V. (2014). El rol de las suposiciones implícitas y estrategias heurísticas en el razonamiento de los estudiantes de química. En C. Merino, M. Arellano, y A. Adúriz (Eds.), Avances en Didáctica de la Química: Modelos y lenguajes (cap. 6). Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Talanquer, V. (2020, mayo). Conferencia enseñar a pensar en química. American Chemical Society. Spanish Webinar.

Talanquer, V. (2022). The complexity of reasoning about and with chemical representations. JACS Au, 2(12), 2658-2669. https://doi.org/10.1021/jacsau.2c00488

Taylor, S., y Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos. Paidós.

Taylor, S., y Bogdan, R. (1998). Introducción a los métodos cualitativos. La búsqueda de significados. Paidós.

Tirado, C. (2015). Concepciones epistemológicas y práctica docente. REDU: Revista de Docencia Universitaria, 13(1), 3. https://doi.org/10.4995/redu.2015.6436

Tonon, G., Alvarado, S., Ospina, H., Lucero, P., Botero, P., Luna, M., y Fabris, F. (2008). Reflexiones latinoamericanas sobre investigación cualitativa. Universidad UNLAM. https://colombofrances.edu.co/wp-content/uploads/2013/07/libro_reflexiones_latinoamericanas_sobre_investigacin_cu.pdf

Toro, L., y Ruiz, F. (2024). Los niveles de representación como criterio de selección para textos escolares de química. Educación Química, 35(3), 49-59. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.3.87229

Torres, A. (2021). El transitar en la investigación cualitativa: un acercamiento a la triangulación. Revista Scientific, 6(20), 275-295. https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.20.15.275-295

Torres, A. (2022). Brechas en el aprendizaje de las ciencias en América Latina: factores contextuales, pedagógicos y epistemológicos. Revista Iberoamericana de Educación, 89(1), 45-63. https://doi.org/10.35362/rie8915103

Torres, A. (2023). Evaluación de la calidad de la educación en ciencias naturales: resultados y tendencias en los sistemas educativos latinoamericanos. Revista Latinoamericana de Educación Comparada, 14(24), 78-95.

Toulmin, S. (1977). La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos. Alianza Editorial.

UNESCO. (2022). PISA 2022: El panorama de los países de América Latina y el Caribe. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390611

Vargas, P. (2022). Estrategias comunicativas en la enseñanza de la química: análisis de los lenguajes utilizados por docentes de educación media en contextos urbanos y rurales de Colombia [Tesis doctoral, Universidad del Valle]. Biblioteca Digital Univalle. https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/23456

Veitia, J., López, Á., y Guzmán, Y. (2024). El método fenomenológico-hermenéutico de Gadamer. Algunos aportes para el abordaje del círculo de la comprensión. Cátedra Villarreal, 12(1), 25-31. https://doi.org/10.24039/cv2024121930

Velásquez, C. (2023). Competencias científicas en la enseñanza de la química: un aporte desde la realidad formativa del nivel de educación básica media en el contexto colombiano. TESIS DOCTORALES. https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/734

Villamil, L., y Martínez, A. (2022). Caracterización de concepciones sobre naturaleza de la ciencia en profesores de preescolar. Educación y Humanismo, 24(42), 3. https://doi.org/10.17081/eduhum.24.42.4556

Villarreal, K. (2024). Tentatividad y cambio del conocimiento científico en la formación docente de química: perspectivas desde la epistemología contemporánea. Revista de Investigación, 48(111), 178-196. https://doi.org/10.46498/reduipb.v48i111.2024.1892

Vygotsky, L. (1964). Pensamiento y lenguaje. Lautaro.

Vygotsky, L. (1988). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Crítica.

Williams, S. (2021). Las representaciones usadas en los libros de texto para la enseñanza del enlace químico. Análisis semiótico de la unidad de enlace químico en los libros de texto e intervención didáctica en estudiantes de Educación Media en Chile.

Ye, S., Elmgren, M., Jacobsson, M., y Ho, F. (2024). How much is just maths? Investigating problem solving in chemical kinetics at the interface of chemistry and mathematics through the development of an extended mathematical modelling cycle. Chemistry Education Research and Practice, 25(1), 242-265. https://doi.org/10.1039/D3RP00197J

Ysea, J. (2025). Complejidad en la enseñanza de la química: enfoque sistémico para fomentar el pensamiento crítico. Revista En Prospectiva | Universidad Yacambú, 6(1), 21-33. https://revista.uny.edu.ve/ojs/index.php/en-prospectiva/article/view/588

## Anexos

### Anexo 1. Entrevista en profundidad

Título de la investigación: **MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADO EN EL LENGUAJE Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN MEDIA.**

Informante N°
Fecha de la entrevista:
Lugar:
Hora – Duración:
Experiencia docente en años:
Decreto de nombramiento:
Títulos académicos:
Cargo o lo que aplique:

Buenos días, profesor(a) _____. Hoy me complace tener la oportunidad de conversar contigo sobre tu experiencia y perspectivas como docente en el campo de la enseñanza de la química. Como colegas dedicados al avance del conocimiento y la educación, creo que esta conversación será enriquecedora, amena y fructífera para la investigación. El

profesor(a) _____tiene más de _____años de experiencia como docente de química, es _____ y lidera el área de ciencia naturales-química
A lo largo de tu carrera, has demostrado un compromiso excepcional con la enseñanza de las ciencias, contribuyendo de manera significativa al desarrollo tanto de tus estudiantes como del conocimiento en tu campo.

En esta entrevista, nos gustaría explorar diversos aspectos de tu trabajo, de tu **experiencia como docente de química, tus motivaciones, tus perspectivas epistemológicas sobre las ciencias, los lenguajes utilizados, cómo desarrollas tus prácticas de enseñanza y los desafíos que enfrentas a diario en la clase para que los estudiantes la comprendan.**

Sin más preámbulos, permíteme darte la bienvenida a esta entrevista y agradecerte por compartir tu tiempo y tus conocimientos con nosotros. Estoy seguro de que esta conversación será inspiradora y esclarecedora para abordar y comprender la problemática en estudio.
**Preguntas de apertura**
*1. Estoy interesado en conocer las razones por las cuales a algunos estudiantes se les hace difícil comprender la química y sabiendo que usted tiene una larga experiencia en la enseñanza de las ciencias químicas, me gustaría entrevistarle. Nadie mejor que usted para hablar sobre ese asunto... Me ayudaría mucho si me cuenta desde su experiencia esas posibles razones*
*2. Hablemos ahora. De la apatía y desinterés de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias naturales, especialmente de la química, en el aula de clase, ¿Qué crees que contribuye a esa apatía y desinterés?*
**Dimensión epistemológica**

3. Desde su experiencia como docente de química cuénteme ¿sobre la concepción que tienes sobre la ciencia? y ¿cómo construyes ese conocimiento científico en el aula de clase
4. Ahora háble me un poco sobre los fundamentos teóricos y pedagógicos que sustentan su forma de enseñar la química
5. Siguiendo este hilo conductor, quería saber para usted, ¿cuál es el papel de la observación en el desarrollo del conocimiento científico y en sus clases de química?
6. Hablemos ahora de las experiencias en el laboratorio de química, dialoguemos un poco sobre la metodología de trabajo. Cuéntame, ¿Cómo la realizas?
7. En cuanto al razonamiento, ¿Qué tipo de razonamiento cree usted que promueve en sus estudiantes cuando aborda fenómenos químicos? ¡cuénteme! ¿Cómo lo hace con algún tema particular? Deme un ejemplo.
8. Desde su experiencia, explíqueme. ¿Cómo enseñas la diferencia entre hipótesis, teoría y leyes a los estudiantes?

**Dimensión del lenguaje químico**

9. Si reflexionaras un poco acerca de los tipos de lenguajes químicos que utilizas para explicarles a los estudiantes y de las temáticas a enseñar que me podrías decir al respecto
10. Teniendo en cuenta la realidad de la química (macroscópica y submicroscópica), cuéntame desde su experiencia cómo lo aborda en el aula de clase. Puedes hacer ejemplos

11. Háblame un poco sobre los conocimientos que enseña, para qué enseña, cómo lo enseña, por qué lo enseña, en especial qué tipo de lenguaje utiliza.

**Relación entre epistemología y práctica docente**

12. ¿Considera usted que sus concepciones sobre las ciencias influyen en cómo enseña la química? ¿De qué manera?

**Cierre**

13. Si pudiera diseñar un nuevo modelo de enseñanza de la química, ¿qué aspectos considera fundamentales para ser incluidos?

**Ahora desarrollemos la siguiente situación disciplinar: utilice los niveles de representación de la química (macroscópico, submicroscópico y simbólico)**

Imagina que estas en el laboratorio y prepare 100 ml de una solución de sulfato de sodio y 100 ml de cloruro de bario al 0.5 molar cada una, para eso, necesitas pesar 7.10 g de Na2SO4 y 10.4 g de BaCl2

Explica lo ocurrido en los diferentes vasos de precipitado a nivel submicroscópico Utilice descripciones verbales (escríbalas) y dibujos explicativos.

Toma, con una pipeta 3 mL de solución de sulfato de sodio ($Na_2SO_4$) y depositarlo en un tubo de ensayo Nº1, y en un segundo tubo, 3 mL de solución de cloruro de bario ($BaCl_2$)

Luego al mezclar los contenidos de los dos tubos de ensayo, aparecerá una sustancia de color blanco, ¿Qué Cres que ha ocurrido?, represente el fenómeno (utilice dibujos y los diferentes lenguajes de la química) ¿Cómo se evidencia lo ocurrido? ¿Cómo crees que hubo precipitado? Al final explique todo el fenómeno como si fuera una clase

**Anexo 2. Situación disciplinar del participante 1.**

**Ahora desarrollemos la siguiente situación disciplinar: utilice los niveles de representación de la química (macroscópico, submicroscópico y simbólico)**

Imagina que estas en el laboratorio y prepare 100 ml de una solución de sulfato de sodio y 100 ml de cloruro de bario al 0.5 molar cada una, para eso, necesitas pesar **7.10 g** de Na2SO4 y 10.4 g de BaCl2

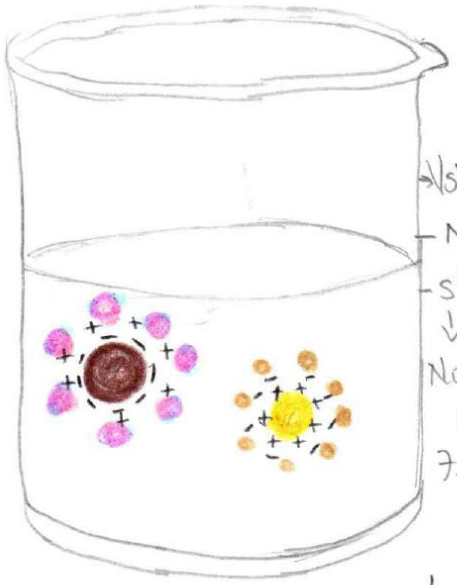
Explica lo ocurrido en los diferentes vasos de precipitado a nivel submicroscópico Utilice descripciones verbales (escríbalas) y dibujos explicativos.

Toma, con una pipeta 3 mL de solución de sulfato de sodio ($Na_2SO_4$) y depositarlo en el tubo de ensayo N°1, y en un segundo tubo, 3 mL de solución de cloruro de bario ($BaCl_2$)

Luego al mezclar los contenidos de los dos tubos de ensayo, aparecerá una sustancia de color blanco, ¿Qué Cres que ha ocurrido?, represente el fenómeno (utilice dibujos y los diferentes lenguajes de la química) ¿Cómo se evidencia lo ocurrido? ¿Cómo crees que hubo precipitado? Al final explique todo el fenómeno como si fuera una clase

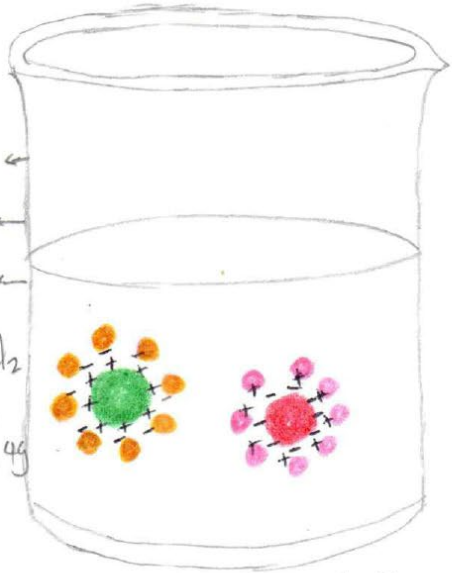
La situación problema no plantea el Soluanto, pero yo imagino una solución acuosa en ambos casos.

Caso 1.



Vsln = 100ml
M = 0.5
sto
$Na_2SO_4$
7.10g

Caso 2



sto
$BaCl_2$
10.4g

Explicación: Al Mezclarse el $Na_2SO_4$ con agua se disocia en iones

$Na_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2Na^{+} + SO_4^{-2}$.

Al Mezclarse el $BaCl_2$ con agua se disocia en iones y se soluata; el agua sufre autolisis.

Caso 1

El agua sufre Autolisis:

$2H_2O \longrightarrow H_3O^+ + OH^-$

= $SO_4^{-2}$

= $H_3O^+$

= $Na^+$

= $OH^-$

Caso 2

$BaCl \xrightarrow{H_2O} Ba^{+2} + 2Cl^-$

$+H_2O \longrightarrow H_3O^+ + OH^-$

= $Ba^{+2}$

= $OH^-$

= $Cl^-$

= $H_3O^+$

Al mezclar el contenido de los dos Tubos; ocurre una reacción química, se forman nuevas sustancias, a nivel microscópico se rompen enlaces para formar nuevos. Esto proceso lo podemos representar:

Nivel Macroscópico: lo que observamos es la formación de un precipitado blanco que se deposita en el fondo del tubo de Ensayo lo que indica que una sustancia de las formadas es insoluble en agua; además se observa una parte acuosa.



→ Sustancias en solución Acuosa.

→ Precipitado

Nivel Simbólico

Es la representación de la reacción ocurrida a través de una ecuación que tiene unas características.

$Na_2SO_{4(ac)} + BaCl_{2(ac)} \longrightarrow BaSO_{4(s)}\downarrow + 2NaCl_{(ac)}$

(s) = estado sólido

ac = acuosa.

↓ = Precipitado

→ = Produce.

Nivel Submicroscopico

Hace referencia a lo que no Podemos ver a simple vista.

Al disolver los reactivos. Sulfato de Sodio y cloruro de Bario, se disocian y Luego los iones di $SO_4^{-2}$ y $Ba^{+2}$, se unen a través de de fuerzas electrostáticas para formar el sulfato de Bario que es un sólido de color blanco que Precipita.

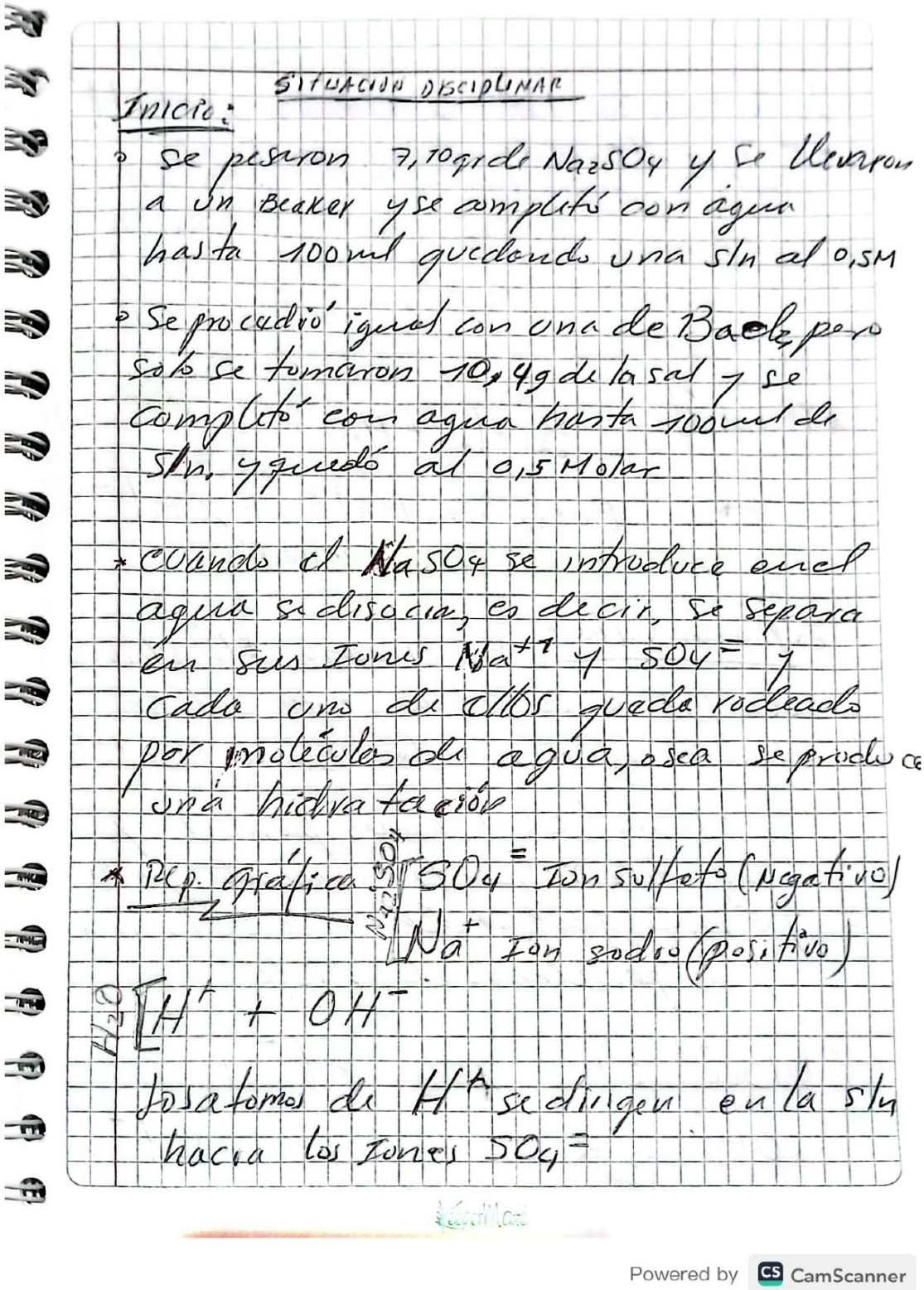


→ Solución Acuosa → $NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$

→ Sólido de $BaSO_4$ (Agregado de Iones)

Aclaro: El precipitado es color blanco, lo represento en ese color para visualizar mejor

**Anexo 3. Situación disciplinar del participante 2**



SITUACIÓN DISCIPLINAR

Inicio:

- Se pesaron 7,10 gr de $Na_2SO_4$ y se llevaron a un Beaker y se completó con agua hasta 100 ml quedando una s/n al 0,5M
- Se procedió igual con una de $BaCl_2$ pero solo se tomaron 10,4 g de la sal y se completó con agua hasta 100 ml de s/n, y quedó al 0,5 Molar

* Cuando el $Na_2SO_4$ se introduce en el agua se disocia, es decir, se separa en sus Iones $Na^{+1}$ y $SO_4^{=}$ y cada uno de ellos queda rodeado por moléculas de agua, osea se produce una hidratación

* Rep. gráfica $SO_4^{=}$ Ion sulfato (negativo)
$Na^{+}$ Ion sodio (positivo)

$H_2O$ $H^{+} + OH^{-}$

Los átomos de $H^{+}$ se dirigen en la s/n hacia los Iones $SO_4^{=}$

Powered by CamScanner

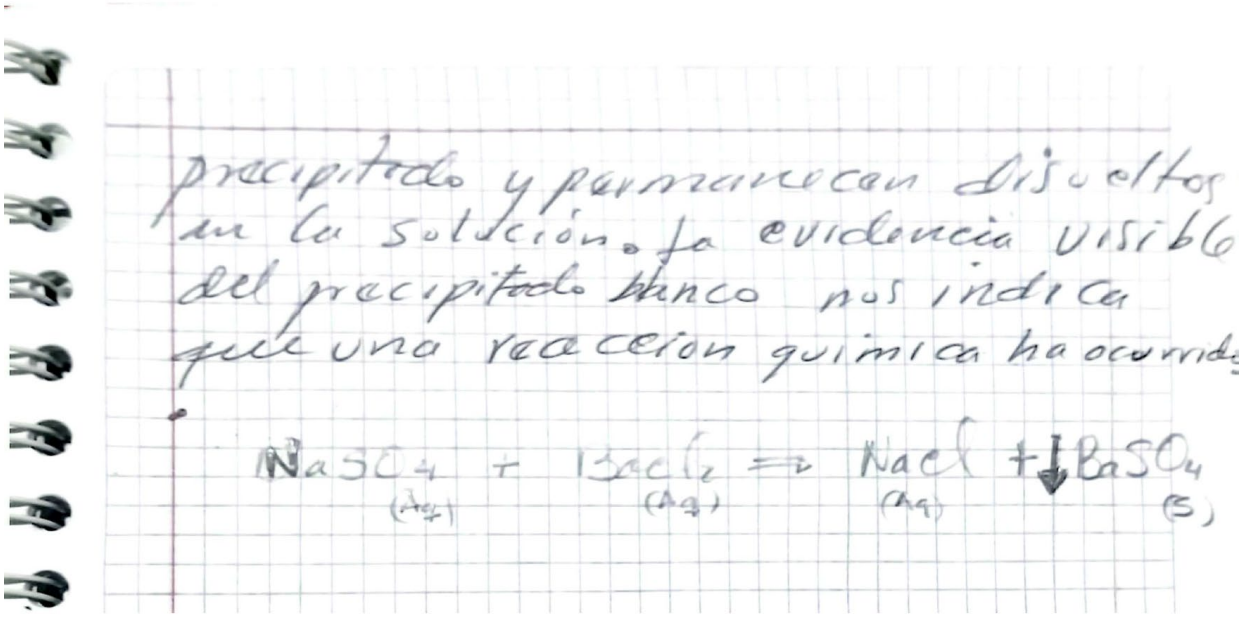
muy fuerte entre sí formando el sulfato de Bario ($BaSO_4$) que es insoluble en agua y por eso precipita al fondo del tubo

* EXPLICACION FINAL PARA LA CLASE

Cuando mezclamos una sln. de sulfato de Sodio con otra de cloruro de Bario: ($NaSO_4 + BaCl_2$) los iones $Ba^{+2}$ y sulfato $SO_4^{=}$ se combinan para formar sulfato de Bario ($BaSO_4$), un compuesto insoluble en agua que se presenta con un sólido blanco que llamamos precipitado. Este fenómeno es una reaccion de precipitación en la que un solido se forma al combinar dos soluciones acuosas. los otros iones ($Na^+$) y ($Cl^-$), no participan en la formacion del

Powered by CamScanner

precipitado y permanecen disueltos en la solución. La evidencia visible del precipitado blanco nos indica que una reacción química ha ocurrido.




Powered by CamScanner

Los átomos de $Na^{+1}$ se rodean de $OH^-$

* Estas moléculas de agua abrazando al sulfato es lo que permite la disolución.

$H-OH + Na_2SO_4 \Rightarrow$ (OH) Na (OH)

$H-OH \quad Na_2SO_4 \Rightarrow$ (H) $SO_4$ (H)

(H) DISOLUCIÓN

* Rep gráfica: $BaCl_2 + H_2O$

$\Rightarrow BaCl_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2Cl^-$

Disolución

Explicación Verbal: En el caso del cloruro de Bario en agua, esta sal se disocia generando Bario ($Ba^{+2}$) y cloruro ($Cl^-$) Iones positivo y negativo respectivamente, eso permite que se dé la disolución y lo perdamos de vista

(OH) $Ba^{+2}$ (OH) + (H) $Cl^-$ (H)

(OH) $Ba^{+2}$ $Cl^-$ (H) $Cl^-$

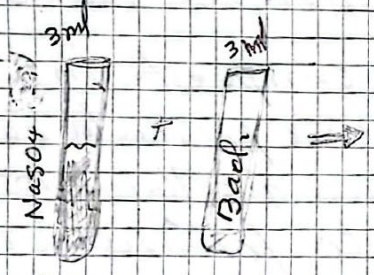
Powered by CamScanner

8. Al mezclar los contenidos

* Si tomamos 3ml de cada sln y los mezclamos en una nueva solucion aparecera un precipitado blanco que iva al fondo del tubo de ensayo. Este solido no se disuelve ($BaSO_4$) los Iones $Na^+$ y $el^-$ permanecen disueltos en la solución como sobrenadante, es decir,

REPRESENTACIÓN DEL FENÓMENO: Y EVIDENCIA

$$Na_2SO_4(ac) + BaCl_2(aq) \Rightarrow 2NaCl(aq) + BaSO_4(s)$$

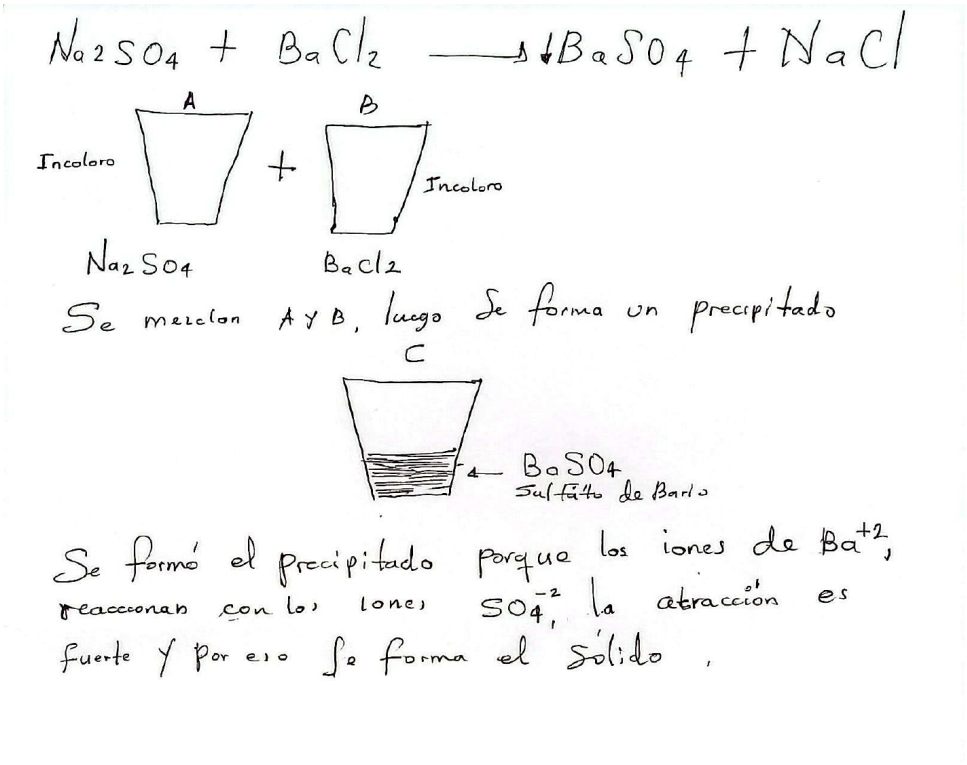



¿CÓMO SE EVIDENCIA LO OCURRIDO?

Los Iones de sodio ($Na^+$) y los de cloro ($el^-$) permanecen hidratados lo que los hace solubles, pero los de ($Ba^{+2}$) y los de ($SO_4^=$) tienen atracción

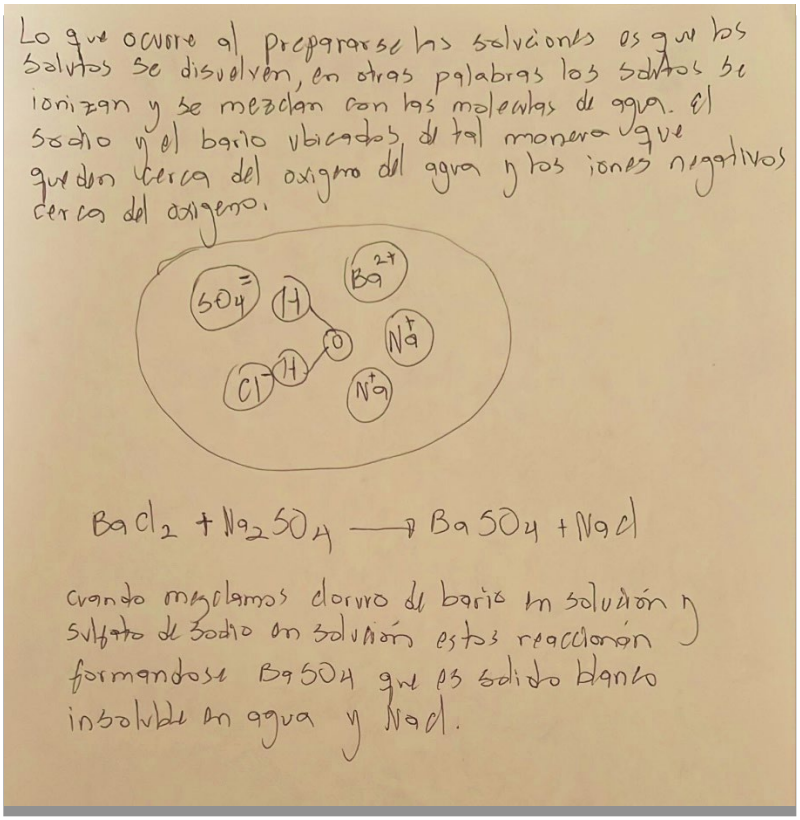
Powered by CamScanner

**Anexo 4. Situación disciplinar participante 3**




Powered by CamScanner

**Anexo 5. Situación disciplinar del participante 4**



Lo que ocurre al prepararse las soluciones es que los solutos se disuelven, en otras palabras los solutos se ionizan y se mezclan con las moleculas de agua. El sodio y el bario ubicados de tal manera que queden cerca del oxigeno del agua y los iones negativos cerca del oxigeno.



$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + NaCl$$

cuando mezclamos cloruro de bario en solución y sulfato de sodio en solución estos reaccionan formandose $BaSO_4$ que es solido blanco insoluble en agua y NaCl.

## Anexo 6 matriz de análisis

**Tema: Modelo para la enseñanza de la química, basado en el lenguaje y epistemología de las ciencias en educación media.**

### 1. Pregunta: ¿dígame las posibles razones por lo cual algunos estudiantes se les hace difícil comprender la química?

**Texto 1: Entrevista a docente participante 1**

Segmento de significados: "***Pues** te podría mencionar muchas razones, **pienso**, la primera. Una de ella es **bueno**, que en la química se manejan **muchos conceptos abstractos**, Y que **estos conceptos abstractos muchas** veces deben estar, **digamos** anclados o deben estar, **deben tener una base para que el estudiante pueda comprenderlo**"*

**Análisis formal**

El investigador

- ✓ Aprehende el corpus narrativo
- ✓ Comprende una primera composición del texto.
- ✓ Establece relaciones entre lugares, sujetos situaciones y conexiones en el tiempo.
- ✓ Entiende la lógica de lo narrado.
- ✓ Fundamento
- ✓ Énfasis
- ✓ claridad

**Análisis Semántico:** Extrae el contenido temático y los significados explícitos e implícitos

Mensaje principal

Objetivo Clave:

Crítica implícita:

Relación Causa-Efecto:

**Análisis Sociocultural**: Analiza el contexto histórico, cultural y social del discurso.

El investigador

Relaciona con aspectos culturales que condicionan las maneras de pensar, de ser.

Relaciona con el contexto histórico en el cual se desarrollan los hechos analizados.

Contexto dominante:

Valor priorizado:

Influencia ideológica:

Posible origen:

| **Niveles de análisis implícitos en el círculo hermenéutico** | **Categorías centrales hermenéutica** | **Diálogo Hermenéutico y Desarrollo de Categorías Integradas (fusión de horizonte)** | **Construcción de teoría** |
|---|---|---|---|
| Análisis formal autor de los textos (interpretación de 1er orden)<br>**Fundamento**: el hablante se fundamenta en su pensamiento, usa expresiones de dudas, como pues<br>"pues", "pienso", "bueno", "digamos". Muletillas o frases que se repite<br><br>**Énfasis**: Reiteración: "conceptos abstractos".<br><br>Oraciones inacabadas o interrumpidas: "la primera… una de ella es bueno…". | **Lenguaje verbal fragmentado**<br>**Oralidad fragmentada**<br>En el discurso del maestro se presenta un lenguaje verbal interrumpido, fragmentado discontinuo con oraciones inacabadas, con muletillas expresando dudas que se repiten constantemente que podrían generar dificultades de comunicación entre el docente y el estudiante novato que por primera ves se enfrenta a una clase de química. | **Dialogo clave (interpretación de 1er orden- autor del texto con la interpretación de 2do orden- interprete)** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Claridad**: discontinuidad en el discurso<br>Análisis semántico<br>"la química se manejan muchos conceptos abstractos".<br><br>"Anclados" / "tener una base".<br>"Para que el estudiante pueda comprenderlo".<br><br>Análisis sociocultural<br><br>La química como disciplina "abstracta".<br>Refleja la percepción docente de la **química como ciencia difícil**, | **Concepto: abstracción en química y falta de anclaje**<br>**Categoría: Lenguaje abstracto**<br><br>El núcleo semántico hace referencia a que la química utiliza palabras, terminologías, conceptos como ion, átomos, moléculas, etc. que no son tangibles, que no se pueden apreciar por medio de los sentidos, convirtiéndose en un problema inherente para comprender los conceptos abstractos de la química. Ya estos ameritan que los estudiantes tengan un referente o anclaje previo de manera concreta que permita relacionarlos para poderlos comprender.<br><br>**Barrera cultural**<br>**Abstracción en química**<br>Culturalmente se refleja la percepción que se tiene de la química como una ciencia difícil, asociada a conceptos abstractos y complejos que requiere un lenguaje técnico con mediación pedagógica, para poder cerrar las brechas entre lo simple y lo complejo, lo concreto y abstracto | **Categorías conceptuales integrada**:<br><br>"La abstracción en química y la necesidad de anclaje pedagógico para la comprensión estudiantil." | |

**Anexo 7. Consentimiento informado**

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR**
**INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS**
**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**TÍTULO:** Modelo para la Enseñanza de la Química, Basado en el Lenguaje y Epistemología de las Ciencias en Educación Media**.**

**Propósito de la investigación**: Generar un modelo teórico basado en el lenguaje y la epistemología de las ciencias para la enseñanza de la química en las instituciones educativas de Chinú Córdoba

**Responsable de la investigación:** Wil Fernando Contreras Royet

**Lugar y fecha:**

**Duración de la investigación:** 6 meses aproximadamente.

Yo _____ con Cédula de Ciudadanía N° _____**,** habiendo recibido y comprendido la información suministrada sobre el propósito, las características, las condiciones y la relación riesgos/beneficios de esta investigación, manifiesto que no tengo ningún problema en participar de forma voluntaria en ella, pudiendo retirarme voluntariamente en cualquier momento sin perjuicio por mi acción. Entiendo, además, que puedo resolver cualquier inquietud durante el proceso a través del investigador responsable o del Comité de ética de la institución.

Así mismo estoy consciente de que tendré derecho a conocer los resultados, una vez concluida la investigación, los cuales serán utilizados con fines educativos y pedagógicos.

Además, entiendo que los lineamientos éticos en esta investigación estarán alineados a principios éticos del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias (2018)

Por tanto, doy mi consentimiento para participar en esta investigación, en calidad de participante, respetando el protocolo que se ha de desarrollar y aportando de manera fidedigna la información que me corresponda bajo el respeto de la confidencialidad.

| | |
|---|---|
| _____ | _____ |
| Firma del responsable de la investigación | Firma del participante en la investigación. |
| C.C: _____ | CC: _____ |
| Correo electrónico: _____ | Correo electrónico: _____ |
| Celular: _____ | Celular: _____ |

Carta al director de rectores-(director de núcleo educativo)

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS

**Chinú, Córdoba, [16/08/2025]**

**Señores(as) Rectores(as)**
Instituciones Educativas Oficiales
Municipio de Chinú – Córdoba

Cordial saludo,

Por medio de la presente, me permito informar que el **docente de Química** adscrito a su institución ha sido seleccionado como **participante en la investigación titulada**:

**"Modelo para la Enseñanza de la Química, Basado en el Lenguaje y la Epistemología de las Ciencias en Educación Media".**

Esta investigación tiene como **propósito**:

**Generar un modelo teórico basado en el lenguaje y la epistemología de las ciencias para la enseñanza de la química en las instituciones educativas del municipio de Chinú, Córdoba.**

El trabajo investigativo se desarrollará bajo un enfoque cualitativo y un paradigma hermenéutico, garantizando respeto, confidencialidad y ética durante todo el proceso. La participación del docente no afectará sus responsabilidades académicas, y su intervención consistirá en entrevistas, espacios dialogados y procesos reflexivos sobre la práctica educativa en química.

El **responsable de la investigación** es:

**Wil Fernando Contreras Royet**
Doctorando en ciencias de la educación
Correo electrónico: willroyeth@gmail.com
Contacto: 3103694466

Agradecemos a usted y a la institución que dirige por su colaboración y disposición para facilitar el desarrollo de este estudio, el cual busca aportar a la mejora continua de los procesos de enseñanza de la química en nuestro municipio.

Quedamos atentos a cualquier inquietud que pueda surgir.

Atentamente,

_____

**Wil Fernando Contreras Royet**
Investigador Responsable
Municipio de Chinú – Córdoba

**Anexo 8. Protocolo de validación y reflexión del modelo aplicado a los docentes**

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR**
**INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS**
**Doctorado en Educación**

PROTOCOLO DE SOCIALIZACIÓN Y REFLEXIÓN DEL MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA BASADO EN EL LENGUAJE Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN MEDIA

**1. Propósito**

Analizar y valorar críticamente la pertinencia teórica, epistemológica, didáctica y contextual del modelo propuesto para la enseñanza de la química en educación media.

**2. Instrucciones**

Observe cuidadosamente el modelo teórico y responda las siguientes preguntas desde una perspectiva crítica y reflexiva.

**3. Preguntas reflexivas**

1. ¿Qué fortalezas presenta el modelo a traves de la articulación entre las dimensiones motivacional, cognitiva, epistemológica, comunicativa y contextual?

_____

_____

2. ¿De qué manera el modelo favorece la comprensión de la química mediante diferentes lenguajes y niveles de representación?

_____

_____

3. ¿Qué dificultades podrían surgir durante la implementación del modelo en instituciones de educación media?

_____

_____

4. ¿Qué aspectos del modelo considera que deben fortalecerse o reorganizarse para mejorar su aplicabilidad pedagógica?

_____

_____

_____

**5. Valoración general**

| Aspecto | Fortalezas | Dificultades |
|---|---|---|
| Coherencia teórica | | |
| Aplicabilidad didáctica | | |
| Relación ciencia-contexto | | |

**7. Recomendaciones finales**

Escriba recomendaciones para fortalecer el modelo teórico y mejorar su implementación en educación media.

_____

_____

_____

**Anexo 9. Valoración del modelo por parte de los docentes**

**1. ¿Qué fortalezas presenta el modelo a través de la articulación entre las dimensiones motivacional, cognitiva, epistemológica, comunicativa y contextual?**

**D1:** La interrelación entre estas dimensiones es fundamental ya que permiten abarcar todo necesario para que el aprendizaje de la química sea el ideal ya que la integración permite favorecer el proceso de aprendizaje y el de enseñanza. Por otro lado con la articulación de estas dimensiones se nos dan herramientas para que el estudiante se motive por aprender y esto es fundamental para el proceso formativo.

**D2:** Creo que estimula el interés y la motivación por aprender química de forma más humana en los estudiantes, creo que favorece el desarrollo del pensamiento crítico, fortalece la comunicación científica, se puede contextualizar el proceso de aprendizaje, tambien impulsa metodologías de enseñanza innovadoras.

**D3:** Si se desarrolla al mismo tiempo, como está establecido por ruta pedagógica, creo el modelo es ideal, para que los estudiantes comprendan y desarrollen el pensamiento critico

**2. ¿De qué manera el modelo favorece la comprensión de la química mediante diferentes lenguajes y niveles de representación?**

**D1**: Con esta integración el proceso se hace más divertido, más interesante y al despertar motivación se aprende más fácil.

**D2:** Yo creo que favorece la comprensión de la química porque permiten a los estudiantes interpretar los fenómenos químicos desde múltiples perspectivas, puntos de vista o conceptos. Esta articulación facilita un aprendizaje más profundo, significativo y accesible.

**D3:** La utilización de diferentes lenguaje, de manera integral y articulados, bien establecidos ayudaría a comprender los procesos comunicacionales de los fenómenos químicos. los niveles de representación macro, micro y sub tejido desdelo simple hasta lo complejo se convierte en una herramienta pedagógica fundamental para entender la química

3. ¿Qué dificultades podrían surgir durante la implementación del modelo en instituciones de educación media?

**D1:** Que algunos docentes no logren manejar de la mejor manera estas dimensiones y al no lograr integrarlas no se facilita el proceso o no se da con éxito.

**D2:** Personalmente creo que hay solo una, y es la resistencia al cambio y la limitación en la formación docente y tiempo de aplicación.

D3: Particularmente considero que lo más difícil es la adaptación por cuestiones de tiempo poco material de apoyo

4. ¿Qué aspectos del modelo considera que deben fortalecerse o reorganizarse para mejorar su aplicabilidad pedagógica?

**D1:** Sin duda actualización del personal docente y establecer con claridad estrategias de integración de estas dimensiones mediante guías o talleres.

**D2:** Que el aspecto contextual o del entorno sea un pilar fundamental en el modelo para facilitar su implementación.

**D3:** Las secuencias didácticas puede ser aunque claramente no terminé de observarlas

**Recomendaciones finales**

**Escriba recomendaciones para fortalecer el modelo teórico y mejorar su implementación en educación media.**

**D1:** Capacitación o autocapacitación docente.

**D2:** Aptitud de cambio de ambos actores. un mecanismo o estrategias claras de integración de las dimensiones en mención.

**D3:** Un aspecto que puede ayudar al modelo es fortalecer la formación y actualización del equipo docente y la capacitación sobre los componentes del modelo

## SINTESIS CURRICULAR

**Autor**
**Wil Fernando Contreras Royet**

Profesor Colombiano, licenciado en Ciencias de la Educación con especialidad en Biología y Química por la Universidad del Atlántico; especialista en Investigación Educativa por la Corporación Universitaria del Caribe (CECAR) y magíster en Educación de la Universidad de Antioquia. con experiencia como docente de aula en Ciencias Naturales- Química en instituciones públicas y privadas de Colombia por más de 20 años. Su trayectoria se centra en la enseñanza de la Química, talentoso en la investigación educativa y el análisis crítico de la praxis educativa. Muestra interés por el diseño de propuestas pedagógicas innovadoras y por los temas de epistemología, argumentación científica y enseñanza de las ciencias. Últimamente se ha interesado por la formación en Inteligencia Artificial para investigadores. Entre sus publicaciones se encuentran el trabajo sobre las dinámicas argumentativas de docentes de Química desde la perspectiva de Stephen Toulmin, realizado con Katia Arcia (2016), y un artículo en un libro con el tema: “La epistemología: perspectivas y tendencias en la enseñanza de las ciencias” (2026).

**Tutora**
**Yanetti Yurizay Contreras Peña**

Profesora especializada en Ciencias Naturales con mención en Química, con sólida formación académica que incluye Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Doctorado en Educación Ambiental, y un posdoctorado en Currículum y la Transcomplejidad ante los desafíos de la contemporaneidad. De la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas (2021). Amplia experiencia en docencia universitaria. investigadora del CICNAT (Centro de Investigación en Ciencias Naturales “Manuel Ángel González Sponga”) en el área de Química y Enseñanza de la Química. Sus líneas de investigación incluyen la educación ambiental, la sostenibilidad, la formación docente y la innovación curricular. Entre sus publicaciones se destacan investigaciones sobre la transversalización curricular de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la formación de competencias del ser, la caracterización fisicoquímica de materiales vegetales y el uso de modelos moleculares tridimensionales para la enseñanza de la química.