

REVISTA BOLETÍN REDIFE: 14 (6) JUNIO 2025 ISSN 2256-1536

RECIBIDO EL 27 DE FEBRERO DE 2025 - ACEPTADO EL 9 DE MAYO DE 2025

Repensar la química desde el saber estudiantil: Comprensión tridimensional para tejer nuevos caminos pedagógicos

Rethinking chemistry from student Knowledge: three-dimensional understanding to weave new pedagogical paths.

Yeimy Patricia Meneses Vanegas¹

Nataly Vanessa Murcia Murcia²

Jefferson Monroy Andrade³

Colombia

7 2

Resumen

Desde el enfoque de la investigación-acción, este estudio cualitativo profundiza en la comprensión de las dificultades en resolución de problemas y pensamiento crítico en química que presentan estudiantes de grado once en una Institución Educativa Antonio Ricaurte de Tarqui-Huila, Colombia. A través de entrevistas

grupales semiestructuradas centradas en fenómenos químicos cotidianos (combustión, fermentación, oxidación), se realizó un análisis temático tridimensional (cognitivo, emocional, sociocultural) de las percepciones estudiantiles. Los hallazgos revelan una marcada tensión entre el saber práctico-experiencial de los estudiantes, fuertemente anclado a su contexto sociocultural, y su dificultad para aplicar

^[1] Química y Maestrando en Educación de la Universidad de la Amazonia (Florencia, Colombia)

menesesvanegasyeimy@gmail.com <https://orcid.org/0009-0007-8872-0625>
<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=fXa8-CcAAAAJ>

^[2] Doctora en Educación y Cultura Ambiental de la Universidad Surcolombiana (Neiva, Colombia).

Magister en educación y Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana (Neiva, Colombia). n.murcia@udla.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-0663-2573> https://scholar.google.es/citations?user=xf_p3REAAAAJ&hl=es&oi=ao

^[3] Doctor en Educación de la Universidad San Buenaventura (Cali, Colombia)

Magister en Ciencias de la Educación de la Universidad de la Amazonia

Licenciado en Matemáticas de la Universidad Surcolombiana (Neiva, Colombia). (Florencia, Colombia).

jeffersonmonroyandrade@gmail.com <https://orcid.org/0009-0003-3843-7873>

<https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=1Zwttt0AAAAJ>

conceptos y lenguaje químico formal. Aunque conectan fácilmente los problemas con sus vivencias y proponen soluciones prácticas, les cuesta articular explicaciones científicas profundas y transitar entre los niveles de representación química. Emocionalmente, la disposición hacia la química es sensible a la metodología: la relevancia contextual y la familiaridad fomentan la motivación y curiosidad, mientras que la enseñanza tradicional abstracta genera desinterés. Socioculturalmente, el saber popular actúa como andamio inicial, y conectar la química con problemáticas locales despierta conciencia crítica. Metacognitivamente, los estudiantes reconocen la brecha entre saber práctico y formal, demandando un aprendizaje más significativo y conectado a la vida. Se concluye la necesidad de enfoques pedagógicos integrales, situados y dialógicos, como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), que partan del contexto estudiantil, integren la dimensión socioafectiva, faciliten la conexión conceptual y fomenten la reflexión para un aprendizaje químico transformador y aplicable.

Palabras claves: Aprendizaje situado, Química, Resolución de problemas, Pensamiento crítico, Investigación-Acción y saber práctico.

Abstract

This qualitative study, using the action research approach, delves into understanding the difficulties in problem-solving and critical thinking in chemistry presented by eleventh-grade students in a rural educational institution in Tarqui-Huila, Colombia. Through semi-structured group interviews focused on everyday chemical phenomena (combustion, fermentation, oxidation), a three-dimensional thematic analysis (cognitive, emotional, sociocultural) of student perceptions was conducted. The findings reveal a marked tension between the students' practical-experiential knowledge, strongly anchored in their sociocultural context, and their difficulty in applying formal chemical concepts

and language. Although they easily connect problems with their experiences and propose practical solutions, they struggle to articulate deep scientific explanations and navigate between the levels of chemical representation. Emotionally, the disposition towards chemistry is sensitive to methodology: contextual relevance and familiarity foster motivation and curiosity, whereas traditional abstract teaching generates disinterest. Socioculturally, popular knowledge acts as an initial scaffold, and connecting chemistry with local issues awakens critical awareness. Metacognitively, students recognize the gap between practical and formal knowledge, demanding more significant learning connected to life. The study concludes there is a need for integral, situated, and dialogic pedagogical approaches, such as Problem-Based Learning (PBL), that start from the student context, integrate the socio-affective dimension, facilitate conceptual connection, and foster reflection for transformative and applicable chemistry learning.

Keywords: Situated Learning, Chemistry, Problem Solving, Critical Thinking, Action Research, Practical Knowledge.

Introducción

La sociedad actual se encuentra en constante transformación, marcada por desafíos globales interconectados que exigen no solo la adaptación, sino la capacidad de comprender profundamente su complejidad, resolver problemas, y pensar críticamente para navegar y transformar las realidades (Morin y Pakman, 2003). En este contexto, la educación juega un rol fundamental, exigiendo cambios significativos que trasciendan prácticas pedagógicas descontextualizadas que disocian el saber de la vida y la experiencia del estudiante, buscando priorizar el desarrollo integral y el fortalecimiento de habilidades esenciales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo (UNESCO, 2023), sin embargo, estas

aspiraciones educativas a menudo encuentran una tensión significativa al confrontarse con las realidades y limitaciones prácticas del sistema educativo.

Esta dificultad para materializar el ideal transformador se refleja, en parte, en indicadores de gran escala; por ejemplo, los resultados obtenidos por Colombia en las pruebas PISA 2022 muestran tendencias preocupantes, donde más del 50 % de los estudiantes no logran alcanzar las competencias básicas asociadas al nivel 2 en el área de ciencias naturales, lo cual refleja las dificultades en competencias que involucren la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Estos indicadores macro ofrecen solo una visión parcial y no logran capturar la complejidad ni las particularidades del aprendizaje en contextos diversos y es precisamente en el reconocimiento de esta brecha donde se sitúa la motivación de este estudio cualitativo.

El punto de partida para esta investigación es justamente la realidad observada directamente en la Institución Educativa Antonio Ricaurte de Tarqui- Huila, donde los estudiantes enfrentan dificultades sustanciales en el aprendizaje de química, las cuales se manifiestan de múltiples maneras, incluyendo percepciones sobre el rendimiento académico, pero se evidencian de forma mucho más profunda y significativa en los obstáculos concretos y vivencias que los estudiantes expresan al intentar resolver problemas, explicar fenómenos de su entorno o conectar los conceptos científicos con la vida cotidiana. Son estas experiencias y desafíos situados, los que constituyen el núcleo del problema a comprender, pues reflejan la tensión general existente entre las aspiraciones educativas y realidades prácticas y su análisis busca, precisamente, tender puentes efectivos entre el ideal educativo con la práctica concreta; por ello resulta crucial adentrarse en las raíces de esas dificultades, reconociendo las profundas

interrelaciones entre las dimensiones cognitivas, emocionales y socioculturales que dan forma al aprendizaje de los estudiantes, especialmente en un contexto rural como el de esta institución.

En respuesta a esta necesidad, esta investigación se configuró como la fase diagnóstica de un proyecto de investigación acción más amplio, adoptando un enfoque cualitativo y situado, centrado específicamente en el objetivo de construir un entendimiento profundo y compartido de las dificultades que presentan los estudiantes del grado Once en la resolución de problemas y el pensamiento crítico en química a través del estudio de fenómenos químicos cotidianos. Valorando la voz y la perspectiva estudiantil, el análisis interpretó los significados que ellos otorgan a sus vivencias a través de las dimensiones cognitivas, emocionales y socioculturales. Esta comprensión tridimensional es indispensable para poder diseñar e implementar estrategias pedagógicas más realistas, pertinentes y efectivas, permitiendo avanzar hacia el ideal educativo, sin ignorar la realidad del contexto, sino trabajar precisamente a partir de este. Este esfuerzo se orienta a contribuir a una educación química que fomente actuaciones integrales, el pensamiento crítico y la resolución de problemas en contextos cotidianos, empoderando así los estudiantes y a la vez, aportar elementos valiosos al diálogo sobre cómo tejer nuevos caminos pedagógicos a partir de la comprensión contextualizada de las dificultades del aprendizaje.

Metodología

Este estudio se adopta desde el paradigma cualitativo, esta visión resulta particularmente idónea para el objetivo de comprender en profundidad las perspectivas y significados que los participantes construyen dentro de su contexto específico (Gurdián, 2007). Dentro de este marco, se asume una perspectiva sociocrítica, que no solo busca interpretar el significado de experiencias situadas, sino

justamente resaltar el potencial transformador de la realidad a través del diálogo, la interacción social y la reflexión crítica (Franco y Solórzano, 2020). Epistemológicamente, el posicionamiento es introspectivo vivencial (Yáñez, 2018), reconociendo la experiencia vivida y la interpretación subjetiva como elementos claves para la construcción de conocimiento.

Coherente con estos fundamentos, metodológicamente se optó por la investigación-acción práctica (IAP) destacando la perspectiva de Elliot (Herreras, 2004), un enfoque que permite abordar cíclicamente los desafíos educativos concretos involucrando a los participantes. Cabe resaltar que este estudio corresponde a la primera fase de este ciclo y se centró justamente en lograr un entendimiento situado y profundo de las dificultades de los estudiantes en la resolución de problemas y el pensamiento crítico en química a través del análisis de fenómenos químicos cotidianos, considerando las dimensiones cognitivas, emocionales y socioculturales del aprendizaje.

Descripción del contexto sociocultural y económico

La investigación se desarrolló en la Institución Educativa Antonio Ricaurte, ubicada en la zona rural del centro poblado de Maito del municipio de Tarquí, situado en el suroccidente del Huila, Colombia (Ver figura 1). Se trata de una comunidad con una historia marcada por el conflicto armado que ha dejado una huella discernible en su tejido social y desarrollo (FUNDEL 2022). El contexto socioeducativo presenta desafíos significativos como el limitado acceso a la educación superior y la predominancia de la población al estrato más bajo, según el DANE (2024) más del 70 % de la población, pertenece al estrato 1. La economía de esta zona rural se basa en la agricultura, con el café como eje central; adicionalmente enfrenta desafíos ambientales relevantes,

como la mala gestión de residuos sólidos y la contaminación de fuentes hídricas vinculadas a prácticas agrícolas y la deforestación indiscriminada asociada al desarrollo turístico; estas condiciones específicas del entorno fueron consideradas fundamentales para analizar de manera situada las dificultades del aprendizaje de los participantes.



Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Tarquí

Fuente: Archivo Muns Tarquí- Huila (2024)

7 5

Población

Para esta fase diagnóstica, el estudio se centró en los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Ricaurte, específicamente en la totalidad del grupo del grado once. Este grupo es conformado por 10 estudiantes con edades que oscilan entre los 16 y 18 años, cuyo reducido tamaño refleja en parte las dinámicas de deserción escolar comunes en este contexto rural. Se obtuvo el consentimiento informado escrito de sus tutores legales para la participación en el estudio y el uso de imágenes de fotografías y/o videos para fines académicos, paralelamente se promovió el asentimiento informado de los propios estudiantes y los 10 estudiantes confirmaron su disposición para participar voluntariamente. Para garantizar la confidencialidad durante el análisis y reporte, a cada participante se le asignó un código (E1, E2, E3..., E10).

Técnicas de recolección y análisis de la información

Para abordar este estudio se empleó la técnica de la entrevista semiestructurada implementada en formato grupal, elegida justamente por la riqueza que aporta la interacción entre pares para la construcción de significados compartidos y la expresión de aspectos emocionales y socioculturales, complementando así la exploración de las perspectivas individuales buscadas con el guion predefinido.

La discusión se dinamizó mediante cuatro situaciones problema basadas en fenómenos químicos cotidianos de alta relevancia contextual para la comunidad de Maito, de las cuales, dos de las situaciones estaban orientadas a la resolución de problemas (RP) y las otras dos al pensamiento crítico (PC) (Ver figura 2), se dio la flexibilidad para que los estudiantes eligieran colectivamente las situaciones para dicha discusión (Figura 3).



Figura 2. Situaciones problema de química basadas en fenómenos cotidianos.

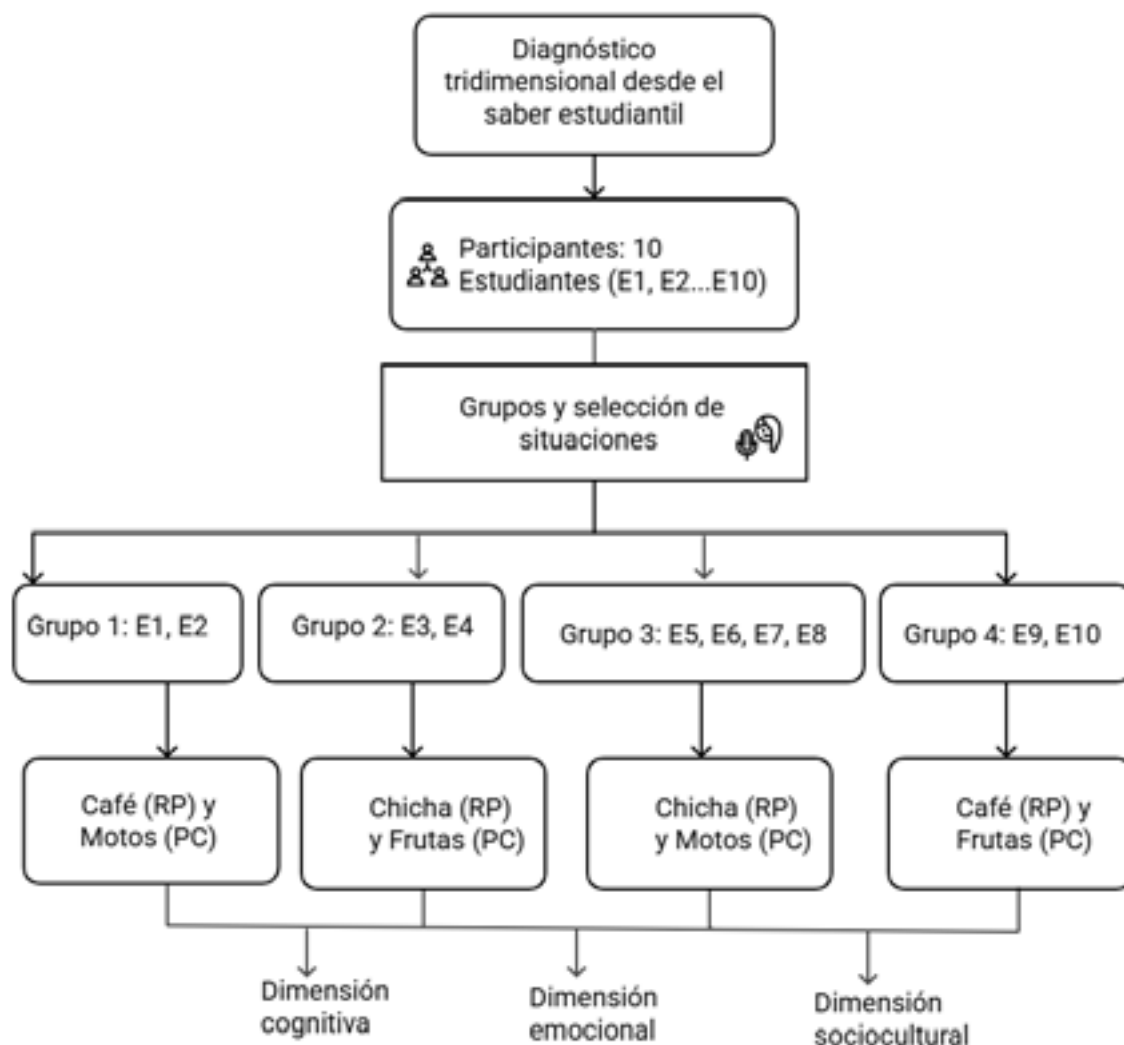
Se empleó un guion flexible validado previamente por tres expertos en el tema, adaptado para facilitar el diálogo grupal, sin perder el enfoque en las dimensiones de análisis y posteriormente para analizar la riqueza de la información obtenida en las entrevistas grupales semiestructuradas, se empleó el análisis temático, siguiendo la propuesta metodológica de Braun y Clarke (2006) que se centró en identificar, analizar y reportar patrones (temas) significativos dentro de los datos que respondieran al objetivo de comprender las dificultades en la resolución de problemas (RP) y el pensamiento crítico (PC) en

química. El análisis fue facilitado por el software Atlas. Ti para la codificación sistemática de las transcripciones y esta codificación inicial se guio por las categorías preestablecidas (RP y PC) y las dimensiones de análisis (cognitiva, emocional y sociocultural), buscando identificar cómo éstas se manifestaban en las experiencias y perspectivas de los estudiantes.

Posteriormente, se procedió a la búsqueda, definición y precisión de temas emergentes que capturaran la esencia de las dificultades y significados compartidos por los participantes al

discutir las situaciones cotidianas presentadas que involucraban fenómenos químicos, con el objetivo final de construir una comprensión profunda y situada de esas dificultades desde las voces de los estudiantes.

Resultados y discusión



77

Figura 3. Situaciones seleccionadas por grupos de estudiantes para análisis tridimensional

En este apartado se presentan los hallazgos derivados del análisis temático, aplicado a las entrevistas semiestructuradas grupales realizadas. El análisis temático, facilitado en su sistematización por Atlas. ti, permitió revelar temas emergentes que reflejan las complejidades percibidas por los estudiantes al abordar las situaciones problema basadas en fenómenos químicos cotidianos y relevantes

para los estudiantes. Estos temas se presentan articuladamente a través de los desafíos cognitivos, emocionales y socioculturales fundamentales para comprender y desentrañar la naturaleza compleja de las dificultades en la resolución de problemas (RP) y el pensamiento crítico (PC):

Tema 1: La tensión entre el saber práctico-vivencial y la conceptualización química formal

Figura 4. Mapa temático de la tensión entre el saber práctico-vivencial y la conceptualización química formal.



7 8

Nota: Elaboración propia basada en el análisis temático de las entrevistas grupales.

Uno de los hallazgos centrales en este estudio, es el patrón recurrente de la facilidad con la que los estudiantes conectan las situaciones problema con su saber práctico y experiencial que contrasta una marcada dificultad para articular explicaciones basadas en conceptos y lenguaje químico formal.

Esta tendencia a recurrir a las vivencias se evidenció claramente cuando se les presentó las situaciones problema, los estudiantes mencionan descripciones precisas basadas en sus experiencias o en analogías de su cotidianidad, mostrando la tendencia a recurrir al aprendizaje experiencial. Por ejemplo, en la situación problema relacionada con la combustión de las motos, el estudiante (E2) conectó directamente con una experiencia

familiar y amplió la observación del problema a diferentes contextos comunitarios relevantes para el estudiante *“a mi papá le pasó algo parecido con la moto, que la moto comía gasolina y echaba un humo negro y era un problema con el filtro[...] eso también se ve mucho sobre todo en los carros y motos viejas, también cuando prenden el fogón o cuando queman basura”* (Estudiante 2, comunicación personal, 11 de febrero del 2025), en el mismo escenario la estudiante (E1) aunque admitió no tener familiaridad directa, utilizó una analogía para comprenderlo *“la verdad no sé bien de motos, ni cómo funciona eso, pero creo que es como cuando uno intenta prender un fogón, que a veces la leña está mojada, entonces no prende y lo único que hace es comerse la*

leña y simplemente sale humo” (Estudiante 1, comunicación personal, 11 de febrero del 2025),

De manera similar, la estudiante (E6) recurrió a observaciones generales cuando se le presentó el problema de la situación de la combustión de las motos *“Eso se ve en los carros grandes, que casi siempre dejan ese humo negro, o en las turbos o en las volquetas que dicen que contaminan mucho”* (Estudiante 6, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Este mismo patrón se observó en la situación del café, la estudiante (E10) describió detalladamente el proceso local aprendido empíricamente para optimizar el sabor *“Primero lo tuestan y lo dejan medio a enfriar, que esté tibio, y ahí sí ya lo empiezan a moler, porque si se enfría ya queda tieso y no coge como ese saborcito”* (Estudiante 10, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Asimismo, la estudiante (E3-situación de la chicha) de manera explícita refleja como su conocimiento práctico provenía de la observación y la repetición en su entorno familiar *“pues desde chiquita veo como la prepara mi mamá [...] y de tantas veces que la han hecho, pues uno también ya sabe prepararla”* (Estudiante 3, comunicación personal, 11 de febrero del 2025).

Si bien, los estudiantes demuestran una notable habilidad para conectar los problemas con su experiencia, el análisis cognitivo revela una profunda disociación entre el saber práctico y la aplicación del conocimiento químico formal, un ejemplo claro es el estudiante (E1), al presentarle el problema de la situación de la combustión de las motos, articula una explicación causal detallada desde la lógica mecánica y propone soluciones prácticas pertinentes *“si el filtro está sucio, pues no va a entrar aire, y no se va a quemar la gasolina, por eso sale ese humo negro [...] yo la llevaría a que le revisaran el carburador, que esté funcionando, que también revisen las bujías, si están dando la chispa suficiente”* (Estudiante 1, comunicación personal, 11 de febrero del 2025), esta respuesta evidencia un

sólido conocimiento técnico-mecánico anclado a su experiencia, sin embargo al indagar sobre la explicación química subyacente (el rol del oxígeno en la combustión), la conexión se pierde y la brecha se hace explícita cuando el mismo estudiante admite su limitación *“No sé, uno no sabe químicamente cómo se llama, pero sí que eso hace que no se queme la gasolina”* (Estudiante 1, comunicación personal, 11 de febrero del 2025).

Esta dinámica se repite transversalmente, los estudiantes identifican variables claves basadas en la observación y la experiencia, como el efecto del “frío” (temperatura) en la fermentación de la chicha *“pues que no quedó tan agria y debe ser por el frío”* (Estudiante 4, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). *“la frescura no hace que se fermente tanto”* (Estudiante 5, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). o la influencia de la temperatura en la extracción del sabor del café *“pienso que el agua debería estar un poquitico más caliente [...] como para que diera ese saborcito del café”* (Estudiante 9, comunicación personal, 12 de febrero del 2025), incluso proponen experimentos simples y pertinentes basados en la comparación sensorial y control de variables observables *“se puede hacer otra chicha, pero dejarla en la cocina como siempre y comparar los sabores”* (Estudiante 4, comunicación personal, 11 de febrero del 2025), los estudiantes recurren también a razonamientos analógicos y explicaciones prácticas basadas en la experiencia, como la idea de que el aire daña las frutas o que la cascara protege *“Yo creo que, en el caso de la mandarina, la cáscara las protege y la mandarina es como más agria [...] y el aire daña todo más rápido”* (Estudiante 3, comunicación personal, 11 de febrero del 2025).

No obstante, esta fortaleza en el razonamiento práctico coexiste con una marcada dificultad para trascender la descripción del fenómeno y articular explicaciones basadas en conceptos químicos. Los estudiantes intentan nombrar los

procesos o las sustancias, pero a menudo con incertidumbre o incluso imprecisión, revelando una comprensión superficial *“Pues se libera ese humo negro, es porque está quemándose mal, (la gasolina), ese humo es como el gas. ¿Cómo es que se le dice? gas carbónico, algo así, no sé”* (Estudiante 3, comunicación personal, 11 de febrero del 2025). *“Pues no sé mucho de química, pero creo que tiene que ver con la mezcla”* (Estudiante 2, comunicación personal, 11 de febrero del 2025). Además, en la distinción fundamental entre cambio físico y químico también resulta preocupante; por ejemplo, la estudiante (E10) identifica correctamente la oxidación como un cambio químico, pero su justificación se basa en un indicador superficial y no en una definición conceptual *“es un cambio químico, yo digo que es químico porque uno ve como una reacción que está cambiando de*

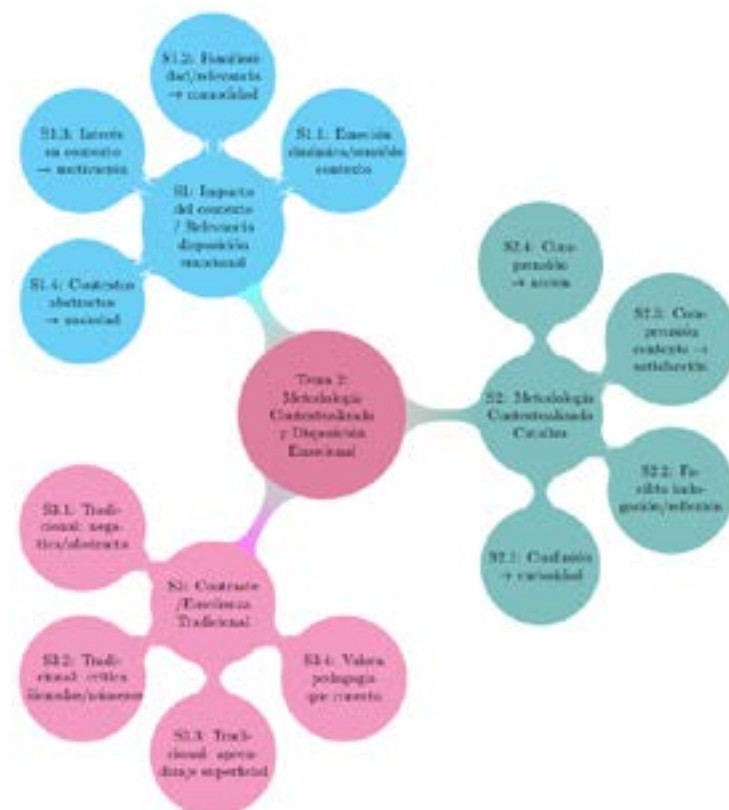
color” (Estudiante 10, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Esta brecha conceptual sugiere que el aprendizaje previo de la química ha sido predominantemente abstracto y desvinculado de contextos reales, limitando la construcción de un entendimiento profundo.

Es evidente que los estudiantes poseen habilidades básicas de resolución de problemas y pensamiento crítico (identifican variables, proponen soluciones, comparan), sin embargo, estas se ven limitadas por la falta de andamiaje conceptual químico sólido y su tendencia a abordar problemas desde los patrones experienciales, sin profundizar en el análisis químico que restringe justamente la capacidad de su argumentación y su capacidad para evaluar soluciones más allá de los criterios sensoriales o resultados prácticos inmediatos.

Tema 2: La metodología contextualizada como moduladores claves en la disposición emocional hacia la química.

Figura 5. Mapa temático de la metodología contextualizada como moduladora de la disposición emocional.

80



Nota: Elaboración propia basada en el análisis temático de las entrevistas grupales.

Las emociones y la motivación manifestadas por los estudiantes durante las entrevistas revelan una profunda sensibilidad a la relevancia del contenido y a la metodología empleada para abordarlo. La disposición afectiva hacia la química no parece ser una característica fija, sino una respuesta dinámica modulada por cómo se presenta la química, la conexión y relevancia que tenga en la vida de los estudiantes.

La familiaridad con el contexto de las situaciones problema actúa como un facilitador emocional inicial. Al abordar temas arraigados en su cotidianidad, como el café o las motos, los estudiantes expresan mayor comodidad y seguridad. Como lo expresa la estudiante (E1) en el contexto de la situación del café, *“me siento relajada porque es algo que se hace todos los días”* (Estudiante 1, comunicación personal, 11 de febrero del 2025). La tranquilidad inicial que la estudiante (E3) atribuye a enfrentarse a *“preguntas que por lo menos uno puede entender”* (Estudiante 3, comunicación personal, 11 de febrero del 2025) al trabajar la situación problema de la fermentación de la chicha parece contrastar con la posible ansiedad que generan contextos menos familiares o abstractos.

El interés personal también juega un rol crucial; el estudiante (E2-Situación Motos) expresó su gusto por la discusión sobre mecánica, expresando *“Pues a mí, la verdad sí me gustó [...] porque a mí me gusta mucho la mecánica [...] y uno como que se siente bien hablando de lo que le pasa a uno”* (Estudiante 2, comunicación personal, 11 de febrero del 2025). Este vínculo personal y la relevancia cultural fomentan una motivación intrínseca y una respuesta socioemocional positiva.

Es notable cómo la metodología basada en problemas contextualizados puede transformar la confusión inicial en curiosidad e interés genuino. Los estudiantes describen este proceso: la estudiante 4, en el contexto de la situación de la chicha, admite sentirse *“al principio un*

poco confundida y pues diciendo ¿esto qué tiene que ver con la química? pero pues ya después me dio curiosidad [...] porque uno como que no se pregunta esas cosas” (Estudiante 4, comunicación personal, 11 de febrero del 2025). Así mismo, el estudiante 1 en la situación problema de la combustión de las motos expresa *“al principio uno como que piensa que no sabe nada, pero ya después [...] como que uno quiere aprender más”* (Estudiante 1, comunicación personal, 11 de febrero del 2025) es un claro ejemplo de que la discusión y la conexión con ejemplos cotidianos la llevaron a querer aprender más. La reflexión de la estudiante 9 en la situación problema de la oxidación de las frutas es muy ilustrativa de este despertar *“A mí también me pareció muy interesante porque, o sea, como que uno lo miraba (la fruta oxidada), pero no me preguntaba por qué pasa esto [...] era como, ¡ay! se pudo negro y ya”* (Estudiante 9, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). La metodología, por tanto, movilizó a los estudiantes de una observación pasiva a una indagación activa.

La comprensión lograda durante el proceso representa una fuente importante de satisfacción y afecto positivo. La estudiante (E8-Situación Chicha) lo expresa explícitamente *“pues a mí me gusta porque entiendo más lo que sucede con el proceso de la chicha”* (Estudiante 8, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Incluso tras admitir confusión inicial sobre la combustión, la estudiante (E8-Situación Motos) valora la experiencia, así lo expresa *“aprendimos [...] entonces, pues es chévere”*, enfatizando la recompensa emocional intrínseca del aprendizaje significativo. Esta motivación no se queda en lo contemplativo, sino que impulsa a la acción y a la investigación autónoma, como reflejan las palabras de la estudiante (E5-Situación Chicha) *“sí, a uno le da como curiosidad de hacer por uno mismo como el experimento”* (Estudiante 5, comunicación personal, 12 de febrero del 2025) y de la estudiante 7 (E7-Situación Chicha)

“Uno se motiva como a preparar la chicha a experimentar [...] lo motiva uno a investigar y a hacer” (Estudiante 7, comunicación personal, 12 de febrero del 2025).

Este panorama positivo contrasta con la percepción negativa de la enseñanza tradicional de la química. Los estudiantes la describen como abstracta y desconectada. Así lo expresa la estudiante (E6-Situación Chicha) *“no hemos visto nada interesante que nos llame la atención”*. (Estudiante 6, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Así mismo la estudiante (E8) critica el enfoque centrado en *“fórmulas y cosas así [...] problemas, pero numéricos, pero no de la vida real.”* (Estudiante 8, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Esta abstracción, como detalla la estudiante (E7), genera una falta de comprensión profunda: *“uno no comprende [...] nos ponen dos moléculas [...] pero no sabemos que son esas cosas, no sabemos cómo es en la vida real”* (Estudiante 7, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). El resultado es un aprendizaje superficial, motivado por el cumplimiento externo, como admite la estudiante (E8-Situación Motos) *“nosotros no hacemos experimentos [...] solo hacemos como de números y lo hacemos como por la tarea y la evaluación y algo aprende, pero como que no entiende a profundidad lo que está pasando”* (Estudiante 8, comunicación personal, 12 de febrero del 2025).

Finalmente, los estudiantes valoran enormemente una pedagogía que facilita la conexión y la comprensión. Resaltan la importancia de las explicaciones claras vinculadas a ejemplos concretos, como señala la estudiante (E6-Situación Motos) *“en cambio por ejemplo ahorita como usted ya nos explicó con ese ejemplo [...] entonces pues ya a uno le llama la atención”* (Estudiante 6, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). La fórmula para un aprendizaje efectivo y motivador parece clara desde su perspectiva, como resume la estudiante (E6) *“poniéndole un ejemplo de la vida cotidiana, uno entiende mejor y a uno le interesa más y aprende más”* (Estudiante 6, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Anhelan un aprendizaje para la vida vinculado a una explicación comprensible y significativa, así lo expresa la estudiante (E10) *“a uno le pueden explicar de una forma bonita que uno entienda y uno ya sabe que es lo que le va a quedar para toda la vida”* (Estudiante 10, comunicación personal, 12 de febrero del 2025).

Tema 3. Saber popular y reflexión para la acción: El rol del contexto sociocultural revelado por los estudiantes.

Figura 6. Mapa temático del saber popular y reflexión para la acción. El rol del contexto sociocultural revelado por los estudiantes



83

Nota: Elaboración propia basada en el análisis temático de las entrevistas grupales.

Estos hallazgos evidencian que el aprendizaje de los estudiantes no es un proceso aislado, sino que está profundamente articulado con su contexto sociocultural. Las interacciones constantes con su entorno social, familiar y comunitario configuran un anclaje experiencial que actúa como punto de partida fundamental para abordar nuevas situaciones, especialmente aquellas relacionadas con la química. El saber popular, las prácticas cotidianas y las problemáticas específicas de su comunidad

emergen como referentes constantes que moldean su percepción y compromiso con el aprendizaje.

Este aprendizaje situado se manifiesta claramente en la forma en la que los estudiantes recurren a experiencias transmitidas en el hogar o la comunidad. El conocimiento sobre prácticas agrícolas como el manejo del café “*Primero lo tuestan y lo dejan medio a enfriar, que esté tibio, y ahí sí ya lo empiezan a moler, porque si se enfría ya queda tieso y no coge como*

ese saborcito”, (Estudiante 10, comunicación personal, 12 de febrero del 2025), la preparación de alimentos tradicionales como la chicha “*pues desde chiquita veo cómo la prepara mi mamá y pues también mi abuela*” o incluso experiencias análogas debido a la interacción familiar “*a mi papá le pasó algo parecido con la moto*” (Estudiante 10, comunicación personal, 12 de febrero del 2025), forman la base desde la cual interpretan los problemas planteados. Cuando falta la experiencia directa, utilizan analogías extraídas de ese mismo contexto cotidiano, como comparar el funcionamiento de una moto con encender un fogón de leña como lo expresa la estudiante (E1) “*la verdad no sé bien de motos, ni cómo funciona eso, pero creo que es como cuando uno intenta prender un fogón, que a veces la leña está mojada, entonces no prende y lo único que hace es comerse la leña y simplemente sale humo*” (Estudiante 1, comunicación personal, 11 de febrero del 2025).

La fuerte influencia de este entorno sociocultural actúa como un andamio cognitivo inicial que les permite identificar variables relevantes basadas en la observación de fenómenos comunitarios “*Eso se ve en los carros grandes... que dicen que contaminan mucho*”, (Estudiante 6, comunicación personal, 12 de febrero del 2025) o proponer soluciones empíricas.

Más allá de ser un punto de partida, este vínculo con la realidad sociocultural demostró tener un potente potencial crítico y transformador. Al conectar las situaciones problema con la vida comunitaria, especialmente con problemáticas ambientales percibidas (como la contaminación por vehículos o la calidad del agua) emerge una conciencia crítica. La reflexión sobre la contaminación del agua local, por ejemplo, llevó la estudiante (E7) a considerar el poder del

conocimiento para generar cambio social “*La gente piensa que el agua que viene acá es muy natural... pero al contrario viene mucho más contaminada... eso generaría conciencia en la gente*” (Estudiante 7, comunicación personal, 12 de febrero del 2025).

El propio espacio dialógico de las entrevistas grupales funcionó como un escenario de aprendizaje social, donde el intercambio de saberes y las explicaciones ofrecidas permitieron a los estudiantes no solo cerrar parcialmente brechas conceptuales, sino también vislumbrar la aplicación práctica de ese nuevo entendimiento en su entorno. La comprensión de los procesos químicos subyacentes, aunque sea parcialmente, puede motivar acciones concretas a nivel comunitario, como lo sugiere la estudiante (E1) al reflexionar sobre la aplicación de lo aprendido en el manejo de residuos “*cuando a uno ya le explican, pues uno ya como que puede separar la basura [...] usar los desechos para abonos [...] decirles a los papás*” (Estudiante 1, comunicación personal, 11 de febrero del 2025). Esto evidencia que el fortalecimiento del razonamiento y el pensamiento crítico trasciende el aula cuando se logra conectar significativamente el aprendizaje con el tejido sociocultural y las realidades vividas por los estudiantes.

Tema 4. Reflexión metacognitiva y la necesidad de un aprendizaje conectado a la vida.

Figura 7. Mapa temático de la reflexión metacognitiva y la necesidad de un aprendizaje conectado a la vida.



8 5

Nota: Elaboración propia basada en el análisis temático de las entrevistas grupales.

La metodología dialógica empleada en este estudio, caracterizada por preguntas que buscaban fomentar la reflexión, no solo reveló las dificultades conceptuales previamente analizadas, sino que también permitió importantes procesos metacognitivos en los estudiantes. El intercambio de ideas y el análisis de las situaciones problema contextualizadas llevaron a los estudiantes a reflexionar activamente sobre sus propios procesos de pensamiento, las limitaciones de su conocimiento y la naturaleza

misma del aprendizaje que desean y necesitan, tomando así consciencia de la brecha entre su saber práctico y las deficiencias en su comprensión química formal.

Los estudiantes hicieron explícita esta diferencia al reconocer que la experiencia cotidiana permite hacer inferencias o seguir procedimientos, pero no necesariamente proporciona una comprensión profunda de los mecanismos subyacentes. Esta reflexión epistemológica se

manifiesta en afirmaciones como *“Uno deduce, pero no sabe realmente lo que pasa”* (Estudiante 4, comunicación personal, 11 de febrero del 2025) o la admisión explícita de desconocimiento sobre los procesos bioquímicos a pesar de conocer la práctica *“... químicamente no sabemos que es lo que pasa con las bacterias y todo eso”* (Estudiante 8, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Reconocieron, además, que la sola experiencia resulta insuficiente para explicar completamente los fenómenos observados *“solo con la experiencia no, porque, por ejemplo, lo que usted nos explicaba que nosotros no sabíamos... cómo era bien el proceso de fermentación, nosotros no teníamos como el conocimiento de eso”* (Estudiante 4, comunicación personal, 11 de febrero del 2025)

Esta toma de conciencia sobre sus limitaciones no generó frustración, sino que al contrario pareció impulsar una demanda explícita por un aprendizaje más significativo y profundo, que vaya más allá del saber hacer para llegar a entender el por qué, así lo expresa la estudiante (E5) *“no podemos solamente saber cómo se prepara la chicha, sino que debemos entender más lo que pasa”* (Estudiante 5, comunicación personal, 12 de febrero del 2025). Así mismo se evidenció la satisfacción intrínseca que produce la comprensión real, en contraste con un aprendizaje superficial, el simple hecho de entender generaba gusto y motivación: *“Pues a mí me gusta porque entiendo más lo que sucede con el proceso de la chicha”* (Estudiante 8, comunicación personal, 12 de febrero del 2025)

Es importante resaltar que los estudiantes también demostraron una reflexión metacognitiva sobre el valor y las implicaciones de alcanzar una comprensión más profunda, reconocieron que entender cómo funcionan las cosas tiene un potencial transformador sobre la propia acción y la capacidad de mejorar *“Cuando uno ya entiende cómo funcionan las cosas, pues uno ya hace las cosas diferente[...] más cuando le*

explican, entonces como que uno piensa en mejorar las cosas” (Estudiante 2, comunicación personal, 11 de febrero del 2025), esta visión del aprendizaje, centrada en su poder transformador y de mejora se opone a una concepción pasiva limitado a la simple repetición o memorización de contenidos sin una aplicación en la vida real.

Finalmente, el proceso reflexivo llevó a los estudiantes a cuestionar por qué no habían establecido conexiones entre la química y su vida cotidiana previamente; expresiones como *“uno no piensa que eso tiene química, ni nada, porque uno no tiene ni idea de esas cosas y entonces uno al conocer estas cosas se da cuenta que prácticamente todo tiene química”* (Estudiante 7, comunicación personal, 12 de febrero del 2025) o *“uno no ve que está relacionado con química... que no tenía ni idea y ahora sí”* (Estudiante 8, comunicación personal, 12 de febrero del 2025) revelan no solo una nueva apreciación por la relevancia de la química, sino también una crítica implícita a modelos de enseñanza que no facilitan esta conexión. Estas reflexiones destacan una necesidad clara por un aprendizaje activo, contextualizado y que promueva la comprensión significativa, en lugar de la memorización abstracta o la resolución de problemas numéricos desvinculados de la realidad.

Síntesis diagnóstica: Hacia una pedagogía integral y contextualizada de la química

El análisis buscó capturar la complejidad de los procesos de aprendizaje de los estudiantes, considerando la interacción dinámica entre las dimensiones cognitiva, sociocultural y emocional, reflejadas en sus propias voces y experiencias, el análisis proporciona una comprensión diagnóstica que fundamenta la sugerencia de enfoques pedagógicos que respondan de manera efectiva a sus necesidades reales y fomenten un aprendizaje químico significativo y crítico, articulándose mediante el análisis de los hallazgos desde la perspectiva tridimensional

y su puesta en diálogo con referentes teóricos clave.

Desde la dimensión cognitiva, el estudio mostró una brecha significativa, es evidente que los estudiantes poseen una sólida capacidad para el razonamiento práctico-experiencial, pero enfrentan obstáculos significativos al intentar aplicar conceptos, lenguaje y representaciones formales de la química; esta falta de conexión entre la química formal que se intenta aprender y el saber práctico que los estudiantes ya poseen, dificulta que logren un aprendizaje significativo, pues, según Ausubel (1983), este aprendizaje requiere precisamente que lo nuevo se enganche o se relacione con las ideas previas para tener sentido.

Además, las dificultades en la resolución de problemas y el pensamiento crítico en química se manifiestan en la compleja tarea de transitar entre los niveles macroscópico (observable), submicroscópico (molecular/atómico) y simbólico (fórmulas, ecuaciones), niveles representados en el conocido triángulo de Johnstone (1991), transición que representa el reto cognitivo central de integrar estos niveles de representación y constituye, a su vez, un desafío fundamental en la didáctica de la química.

Si bien, es crucial identificar dificultades cognitivas específicas, un análisis limitado estrictamente a lo cognitivo resulta insuficiente para captar la profundidad de los desafíos del aprendizaje, especialmente al abordar fenómenos cotidianos, razón por la cual modelos ampliados como el tetraedro de química humanista de Sjöström (2013), ofrecen un marco más completo al incorporar explícitamente, sobre la base cognitiva, niveles de complejidad creciente que integran las dimensiones socioculturales y humanísticas (Ver figura 8). En este sentido, resulta fundamental reconocer que el aprendizaje significativo involucra una dinámica inseparable entre cognición, emoción y el contexto sociocultural del estudiante, donde

se arraiga su saber práctico adquirido en la interacción social, esta visión se alinea con las discusiones teóricas sobre la complejidad del pensamiento químico presentadas por Mejía (2020) en relación con la articulación de estos niveles, con el fin de que los estudiantes aprendan a resolver problemas químicos en contextos reales y complejos.

Figura 8. Tetraedro de la química humanista de Sjöström



Nota: Tomado de Mejía, (2020)

Así mismo, la perspectiva vygotskiana como la analiza Bonhomme (2021), ofrece una comprensión profunda de las dificultades de los estudiantes, al destacar la unidad funcional esencial entre el pensar y el sentir; Vygotsky propone una alternativa a la visión que trata a las emociones como un obstáculo para gestionar o como algo pasivo y separado del pensamiento; en contraste con esas ideas para Vygotsky las emociones son parte integral del propio proceso de desarrollo y aprendizaje. Es decir que al igual que cognición, las emociones se transforman y refinan a través de la interacción social y la mediación de herramientas culturales, esto implica que la dificultad de los estudiantes para analizar químicamente un fenómeno cotidiano no radica únicamente en la comprensión conceptual, sino en la compleja tarea de integrar

el conocimiento científico con su vivencia (su experiencia personal, situada, cargada de significado cultural y afectivo). De este modo, las barreras observadas en el aprendizaje de fenómenos químicos cotidianos son el reflejo de esta compleja y dinámica interacción socioafectiva-cognitiva, situada en la realidad del estudiante.

Otro aspecto importante, fue la relevancia cultural y personal de los temas que demostró fomentar de manera significativa la dimensión emocional del aprendizaje. Se evidenció que la motivación intrínseca, la curiosidad y el sentido de pertenencia emergen cuando el aprendizaje conecta con la vida y el contexto del estudiante. Este vínculo es fundamental para superar los modelos de educación bancaria como critica Freire (2005), que tiende a desvincular el saber de la realidad del educando e ignorar esta dimensión socioafectiva implica desaprovechar un motor esencial para el aprendizaje.

Finalmente, en cuanto a la dimensión metacognitiva, los estudiantes mostraron una notable capacidad reflexiva, ya que manifestaron una clara conciencia sobre las limitaciones de su conocimiento experiencial y a su vez expresaron la necesidad explícita de trascender el saber procedimental para alcanzar una comprensión causal profunda. Además, es importante destacar que reconocieron el valor de este entendimiento no solo para satisfacer su curiosidad, sino también como una herramienta que les permite actuar de manera diferente y buscar mejoras en su entorno. Precisamente esa lucidez metacognitiva, junto al deseo de un aprendizaje significativo y aplicable que supere la simple memorización, se alinea con los principios de la pedagogía dialogante de Zubiría (2010), la cual postula la necesidad de un diálogo constante entre el saber cotidiano y el científico para fomentar el pensamiento crítico y la autonomía. Lo que sugiere que esta conciencia sobre su propio aprendizaje y

sus metas son un indicador de la disposición estudiantil hacia enfoques pedagógicos más activos y significativos.

Conclusiones e implicaciones pedagógicas

Este estudio, centrado en comprender las dificultades en la resolución de problemas y el pensamiento crítico en química en los estudiantes del grado once de la institución educativa Antonio Ricaurte, a través de fenómenos químicos cotidianos, concluye que existe una marcada tensión entre el saber práctico-vivencial y la conceptualización química formal, es decir los estudiantes demuestran habilidad para conectar los problemas con su experiencia, identifican variables observables y proponen soluciones basadas en razonamiento práctico y analógico, sin embargo enfrentan obstáculos significativos al intentar articular explicaciones con lenguaje químico, aplicar conceptos formales de la química y transitar entre los niveles de representación química (lo macroscópico, submicroscópico y simbólico). Esta brecha limita su capacidad de análisis profundo, argumentación científica y evaluación de soluciones más allá de lo práctico.

Asimismo, la disposición emocional hacia la química es altamente sensible a la metodología y la relevancia contextual, ya que la familiaridad y el interés personal generan comodidad, seguridad y motivación intrínseca. Fue evidente que la metodología basada en problemas contextualizados logra transformar la confusión inicial en curiosidad genuina y satisfacción por la comprensión lograda, en contraste con una percepción de una enseñanza tradicional abstracta y desconectada genera desinterés, falta de comprensión y un aprendizaje superficial motivado externamente.

Además, se concluye que el aprendizaje está profundamente arraigado en el contexto sociocultural de los estudiantes y el saber popular, las practicas familiares y comunitarias

actúan como un andamio experiencial fundamental, pero también como el marco inicial desde el cual interpretan los fenómenos químicos. Además, conectar el aprendizaje con experiencias comunitarias relevantes, especialmente las ambientales, despierta una conciencia crítica y un potencial transformador. En este sentido, se evidenció que los estudiantes demuestran una notable capacidad metacognitiva, la cual es impulsada por el diálogo reflexivo y a través de este proceso, logran tomar conciencia sobre la brecha entre su saber práctico y su comprensión química formal, lo cual, a su vez, impulsa una demanda por un aprendizaje más profundo, significativo y conectado con la acción y la mejora del entorno.

Implicaciones pedagógicas

Estos hallazgos de la comprensión integral reflejan la necesidad imperativa de transitar hacia enfoques pedagógicos que sean, a la vez, integrales, situados y dialógicos para abordar eficazmente las dificultades en el aprendizaje de la química. Como sugiere Dewey (1989), la educación es transformadora cuando emerge de la reflexión sobre la experiencia auténtica, por tanto, una pedagogía química con esta aspiración debe fundamentarse en varios pilares interconectados.

Es esencial considerar el contexto de los estudiantes y reconocer su saber experiencial, ya que utilizar el conocimiento sociocultural y práctico como punto de anclaje para el andamiaje pedagógico es crucial en la construcción de nuevos aprendizajes (Schunk, 2012).

Paralelamente se debe promover activamente el aprendizaje significativo, diseñando estrategias que faciliten explícitamente la conexión entre los conceptos científicos, la estructura cognitiva y experiencial preexistente (Ausubel, 1968), sin embargo, esa construcción de significado también requiere abordar directamente las dificultades inherentes a la química y la compleja

articulación entre los niveles de representación química (Mejía, 2020)

Además, reconociendo que el aprendizaje no es solo un proceso cognitivo, es crucial integrar la dimensión socioafectiva, esto se logra creando ambientes en el aula basados en la confianza, la seguridad y la percepción de relevancia, elementos indispensables para así favorecer la motivación intrínseca y el bienestar. Este enfoque se fortalece aún más si se fomenta la metacognición y el diálogo, ya que estimulan la reflexión sobre el propio aprendizaje y promueven un contraste crítico y respetuoso entre diferentes saberes y perspectivas (Zubiría, 2010).

Hacia una práctica transformadora

Finalmente, todas estas acciones deben converger en la articulación del saber conocer, el saber hacer, y el saber ser, orientando el aprendizaje hacia el desarrollo integral de capacidades críticas, creativas y éticas que sean aplicables y significativas para la vida del estudiante.

Esta visión implica necesariamente una reconfiguración del rol docente, transformándolo en un mediador entre el conocimiento científico y la experiencia del estudiante y en un facilitador de ambientes de aprendizaje seguros y estimulantes, que fomenten el pensamiento crítico mediante el diálogo (Freire, 2005). Además, convertirse en un diseñador de experiencias que conecten el aula con el mundo y también en un acompañante del proceso de construcción del conocimiento, en línea con los postulados de la pedagogía dialogante que propone Zubiría (2010).

A la luz de esta síntesis diagnóstica, enfoques como el aprendizaje basado en problemas (ABP), reconocido por diferentes autores por su eficacia para fortalecer la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo

en equipo (Menéndez, 2022; Bermúdez, 2021; Valdez y Bungihan, 2019), emergen como alternativas coherentes y prometedoras. Este enfoque, toma como punto de partida situaciones relevantes y contextualizadas y se configura como medio metodológico idóneo para poner en práctica visiones como el tetraedro de Sjöström (2013), que aboga por una química compleja, contextualizada, humanista y orientada precisamente a la resolución de problemas relevantes. Articulado con propuestas explícitamente fundamentadas en la pedagogía dialogante (Zubiría, 2010), estas metodologías ofrecen marcos estructurados para responder a las necesidades identificadas en este contexto y promover un aprendizaje químico verdaderamente significativo, integral y transformador, cerrando activamente la brecha entre la teoría y la práctica cotidiana y cultivando un ambiente socioemocional propicio. Este estudio al profundizar en las raíces contextualizadas de las dificultades del aprendizaje, busca aportar elementos valiosos al diálogo sobre cómo construir caminos pedagógicos más efectivos y emancipadores en contextos similares.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.
- Bermúdez Mendieta, J. (2021). El aprendizaje basado en problemas para mejorar el pensamiento crítico: revisión sistemática. *INNOVA Research Journal*, 6(2). <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n2.2021.1681>
- Bonhomme Manriquez, A. A. (2021). La teoría vygotskyana de los afectos ante el capitalismo emocional en la escuela. *Interdisciplinaria*, 38(1), 85-100.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- DANE (2024). Diagnóstico Institucional Antonio Ricaurte de Tarqui-Huila. DANE: 241179100082.
- de Franco, M. F., & Solórzano, J. L. V. (2020). Paradigmas, enfoques y métodos de investigación: análisis teórico. *Mundo recursivo*, 3(1), 1-24.
- Dewey, J. (1989). ¿Cómo pensamos? Barcelona: Ed.
- Freire, P., Mellado, J. (2005). Pedagogía del oprimido. Argentina: Siglo Veintiuno Editores Argentina.
- FUNDEL (19 de febrero del 2025) *Ataque terrorista de las Farc contra habitantes del corregimiento Maito en Tarqui-Huila en 2022*. <https://www.fundelt.com/excelencia-liderazgo-transformacion/ataque-terrorista-de-las-farc-contra-habitantes-del-corregimiento-maito-en-tarqui-huila-en-2022/>.
- Gurdián-Fernández, A. (2007). El paradigma cualitativo en la investigación socioeducativa.
- Herreras, E. B. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista iberoamericana de educación*, 35(1), 1-9.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83.
- Lave, J., & Wenger, E. (2003). *Aprendizaje situado: participación periférica legítima*. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

- Menéndez, M. (2022). Inversión del aprendizaje basado en problemas en la asignatura de química de 2° de bachillerato [Trabajo de maestría, Universidad de Oviedo]. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/63854/TFM_MariaMenendezHerrero.pdf?sequence=4
- Ministerio de Educación Nacional. (2023). Pruebas Pisa 2022: Colombia, un sistema educativo resiliente que requiere cambios estructurales para mejorar su calidad. <https://www.mineducacion.gov.co/porta/salaprensa/Comunicados/417751:Pruebas-PISA-2022-Colombia-un-sistema-educativo-resiliente-que-requiere-cambios-estructurales-para-mejorar-su-calidad>
- Morin, E., & Pakman, M. (2003). *Introducción al pensamiento complejo* (p. 167). Barcelona: gedisa
- Ramos Mejía, A. (2020). Enseñar Química en un mundo complejo. *Educación química*, 31(2), 91-101.
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje*. Pearson educación, 6th ed.
- Sjöström, J. (2013). Towards Bildung-oriented chemistry education. *Science & Education*, 22, 1873-1890.
- Unesco. (2023). *Los futuros que construimos, habilidades y competencias para los futuros de la educación y el trabajo*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386933>
- Valdez, J. E. & Bungihan, M. E. (2019). Problem-based learning approach enhances the problem solving skills in chemistry of high school students. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 282–294. <https://doi.org/10.3926/JOTSE.631>
- Yáñez, P. (2018). Estilos de pensamiento, enfoques epistemológicos y la generación del conocimiento científico. *Revista espacios*, 39(51).
- Zubiría Samper. (2010). *Los modelos pedagógicos: hacia una pedagogía dialogante* (Magisterio, Ed.; 3rd ed.).