



# COMUNIDAD DE APRENDIZAJE Y CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO EN QUÍMICA: UN ESTUDIO DESDE EL MODELO DEL CONSENSO REFINADO

## LEARNING COMMUNITY AND PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE IN CHEMISTRY: A STUDY FROM THE REFINED CONSENSUS MODEL

Darlin Pulgarín Vásquez (\*)

*Departamento de didácticas integradas, Universidad de Huelva, España.*

*Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Grupo Metodología de la Enseñanza de la Química (MEQ).*

*Bartolomé Vázquez Bernal*

*Departamento de didácticas integradas, Universidad de Huelva, España.*

*María Ángeles De Las Heras Pérez*

*Departamento de didácticas integradas, Universidad de Huelva, España.*

## Resumen

El conocimiento didáctico del contenido en Química en comunidad académica de aprendizaje es un desafío en investigaciones relacionadas con la transformación del conocimiento para hacerlo enseñable. Este estudio analizó el conocimiento didáctico del contenido del Grupo Metodología de la Enseñanza de la Química, desde el Modelo del Consenso Refinado. La investigación se inscribió en un enfoque cualitativo, mediante investigación-acción y estudios de caso. Se emplearon diario de campo, narrativas y entrevistas basadas en representación del contenido. La unidad de análisis se fundamentó en la Hipótesis de la Complejidad, los datos fueron procesados mediante el software MAXQDA 24. Los resultados revelaron que el conocimiento didáctico del contenido personal, en acción y el colectivo transformó el conocimiento del contenido, enfatizó el lenguaje químico y las representaciones moleculares y en colectivo consolidó el trabajo en comunidad de aprendizaje. Se concluye que el Grupo presenta alta capacidad reflexiva y tareas pendientes en formación epistemológica.

Palabras clave: Desarrollo profesional; práctica reflexiva; formación de docentes en activo; enseñanza de la química; comunidades de aprendizaje.

## Abstract

Pedagogical content knowledge in Chemistry within an academic learning community poses a challenge in research related to transforming knowledge to make it teachable. This study analyzed the pedagogical content knowledge of the Chemistry Teaching Methodology Group, using the Refined Consensus Model. The research employed a qualitative approach, utilizing action research and case studies with the participation of three teachers. Data collection involved field notes, narratives, and interviews based on content representation, following a classroom intervention during the COVID-19 pandemic. The unit of analysis was based on the Complexity Hypothesis, and the data were processed using MAXQDA 24 software. The findings revealed strengths, particularly in the contextual, disciplinary, and psychopedagogical components, which are consistently reflected in curricular decisions, teaching strategies, and the selection of activities for teaching aqueous systems. The evidence shows a shared emphasis on contextualizing scientific content and connecting chemical concepts to situations relevant to students' lives. This trend was observed in lesson plans, classroom narratives, and observations, where teachers prioritized the use of chemical language, molecular representations, and the relationships between the macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels. Likewise, the collaborative work of the MEQ Group was identified as having a significant influence on consolidating collective pedagogical content knowledge. Participants share conceptual and pedagogical frameworks that guide pedagogical practices and

### (\*) Autor para correspondencia:

Darlin Pulgarín Vásquez  
Universidad de Huelva  
Campus de El Carmen  
Avda. de las Fuerzas Armadas, s/n  
21007 Huelva, España  
Correo de contacto: darlin.pulgarin@alu.uhu.es

©2010, Perspectiva Educacional  
[Http://www.perspectivaeducacional.cl](http://www.perspectivaeducacional.cl)

RECIBIDO: 26.02.2026  
ACEPTADO: 09.07.2026  
DOI: 10.4151/07189729-Vol.65-Iss.2-Art.1915

strengthen flexible, contextualized, and diversified curriculum design processes. This was evident in collective discussions on intervention proposals and in decision-making related to adapting teaching materials during the pandemic. However, the metadisciplinary component is still being consolidated. Teachers acknowledged the importance of incorporating reflections on the history and epistemology of science, but evidence shows that these still appear in an incipient and unsystematic way in classroom practices. In this sense, the narratives and interviews suggest strengthening collective spaces for reflection on the nature of science, argumentation, and the identification of epistemological obstacles associated with the teaching and learning of chemistry. The results demonstrate that the MEQ (Methodology for the Study of Chemistry) transcends the function of an academic collective and is configured as a learning community. The different sources analyzed allowed for the identification of dynamics of participation, collective validation, and shared construction of pedagogical knowledge. The lesson plans, narratives, and interviews show that pedagogical decisions do not respond exclusively to individual initiatives but are the product of processes of deliberation and consensus among peers. This dynamic fosters reflection on practice and contributes to strengthening teachers' professional development, especially in aspects related to curriculum design, the contextualization of content, and the selection of teaching strategies. A key aspect was the adaptation of the teaching units on aqueous systems during the remote learning period. Although the Group had previously designed materials, the instructors recognized limitations in their implementation in virtual environments due to the high experimental nature of the proposed activities. External resources were adapted, adjusting them to the characteristics of the participants' institutional contexts. This process demonstrated the Group's capacity for curricular adaptation and its collaborative practices aimed at ensuring the relevance of the teaching proposals in changing educational scenarios.

Keywords: Professional development; Reflective Practice; In-Service Teacher Education; Teaching Chemistry; Learning Communities.

## 1. Introducción

Las investigaciones sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en ciencias experimentales presentan un desarrollo significativo a partir de los planteamientos de Shulman (1986) como un campo de estudio fundamental en el desarrollo profesional. En el ámbito de la formación docente en Química, el CDC adquiere una dimensión particular por la complejidad emocional, conceptual, epistemológica, psicopedagógica y didáctica que caracteriza la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina, lo cual implica que los docentes no solo obtengan el dominio de los conocimientos de base del contenido, sino también una comprensión profunda de cómo transformarlo en conocimientos accesibles a la comprensión para un aprendizaje significativo en los estudiantes (Parga & Mora, 2008).

En este contexto, la investigación sobre el CDC del Grupo Metodología de la Enseñanza de la Química (MEQ) se constituye en un caso particular de comunidad de aprendizaje, integrado por docentes en servicio en Química, de la ciudad de Medellín, Colombia. Su trasegar en coherencia con el ser, el hacer, el accionar y la resignificación del rol docente, apuesta sin cesar por el humanismo, bienestar, calidad educativa, el desarrollo profesional y la transformación del territorio con una postura política que impulsa la paz y los cambios graduales en la formación de docentes y estudiantes.

De forma anual, el Grupo MEQ diseña una propuesta formativa para abordar problemáticas asociadas con la enseñanza y el aprendizaje de la química, denominados Encuentros de Maestros MEQ (EMMEQ). Este espacio de comunidad de aprendizaje es diverso, abierto al diálogo, al intercambio de saberes y experiencias de aula construidas y deconstruidas entre pares; supone trascender la individualidad del conocimiento profesional para observar, comprender y describir cómo se indaga, reflexiona, debate, comparte y se transforma el conocimiento colectivamente.

El estudio del CDC del Grupo MEQ desde el Modelo del Consenso Refinado (MCR), propuesto en la *Primera Cumbre sobre el PCK* (Berry et al., 2015) y consolidado en la *Segunda* (Carlson et al., 2019), presenta un marco conceptual pertinente para comprender esta dinámica colectiva y dialógica, al integrar el CDC personal, el CDC en acción y el CDC colectivo como componentes interdependientes del conocimiento profesional compartido en comunidad de aprendizaje.

Sin embargo, las investigaciones sobre el CDC en comunidad de aprendizaje docente en el contexto latinoamericano siguen siendo escasas (Mora & Parga, 2014; Parga, 2024) y son pocos los estudios que articulan el MCR con la hipótesis de la complejidad (Herrera-López et al., 2025) para comprender la progresividad y complejización del CDC en procesos de formación continua. Esta brecha es especialmente notable en torno al CDC colectivo, componente del

MCR con menor atención empírica en contextos hispanohablantes y que creemos fundamental para entender cómo los grupos de docentes construyen conocimiento profesional compartido. En consecuencia, el problema que orienta esta investigación es: ¿cómo se configuran y complejizan los componentes del CDC de los maestros del Grupo MEQ en el marco del MCR, durante procesos de formación continua como comunidad de aprendizaje? El objetivo del estudio es analizar el CDC del Grupo MEQ, sus componentes y su complejización en la formación continua desde el MCR, mediante el estudio de caso de tres participantes del Grupo en su práctica docente.

## 2. Marco teórico

La reflexión por la didáctica en el Grupo MEQ se nutre de los saberes de la didáctica general y la didáctica específica, en la búsqueda de métodos, estrategias, prácticas y aplicaciones en las que se puede dar la enseñanza y el aprendizaje de la química. El Grupo encuentra en los modelos sobre el CDC un referente para basar la enseñanza y el aprendizaje de la química, especialmente en los planteamientos de Mora y Parga (2008) y de Parga (2015), quienes investigan el CDC en química y su complejidad al requerir niveles de progresión cada vez más evolucionados.

En esta investigación se aborda el MCR para describir las capas complejas de conocimiento y experiencias que dan forma e informan la práctica científica de los docentes a lo largo de su trayectoria profesional y los resultados de los estudiantes (Carlson et al., 2019). El conocimiento y las habilidades que posee un profesor moldean el CDC personal, de forma que el diálogo de saberes contribuye al CDC colectivo y al CDC en acción en el intercambio de conocimientos y toma de decisiones relacionadas con la enseñanza en contextos específicos.

### 2.1. Conocimiento didáctico del contenido en química

El conocimiento didáctico del contenido (CDC) o Pedagogical Content Knowledge (PCK) fue ampliamente desarrollado a partir de los años ochenta en cabeza de Shulman (1986, 1987), quien planteó el Modelo de Razonamiento y Acción Pedagógicos (MPRA) que articula lo pedagógico y lo disciplinar e integra los conocimientos de base y los conocimientos pedagógicos. Desde su formulación inicial, el CDC ha sido reconocido como el conocimiento que distingue a los docentes de otros especialistas en una disciplina, al incorporar la comprensión de las representaciones más adecuadas del contenido, el reconocimiento de las concepciones alternativas de los estudiantes y el diseño de estrategias didácticas que faciliten el aprendizaje (Shulman, 1987).

En el campo de la formación en ciencias, el CDC ha sido objeto de una prolífica línea de investigación. Loughran et al. (2004) plantearon los Repertorios de Contenido (CoRe), herramienta de gran utilidad para identificar, caracterizar y representar el CDC de los profesores, validada ampliamente en procesos de formación inicial y continua. En el campo específico de la química, Garritz (2010) realizó contribuciones significativas para el estudio del CDC sobre la importancia de la naturaleza del conocimiento químico y la historia de la ciencia como componentes fundamentales del conocimiento didáctico especializado. Estos aportes son especialmente relevantes para contextualizar la presente investigación en el ámbito latinoamericano.

## 2.2. Modelo de Consenso Refinado (MCR)

El MCR tuvo sus inicios en la *Primera Cumbre sobre el PCK* (Berry et al., 2015), que expuso la diversidad de modelos propuestos para determinar características y limitaciones del CDC. Esto llevó a Gess Newsome (2015) a compilar los aportes de las discusiones de esta cumbre para la construcción de un modelo unificado de conocimiento y habilidades profesionales de los docentes, denominado (Teacher Professional Knowledge and Skill, TPK&S), que integra el conocimiento pedagógico, disciplinar, curricular y de la evaluación.

Posteriormente, en la *Segunda Cumbre sobre el PCK*, realizada el 2017, se estableció que el MCR se centra en la práctica de la enseñanza de las ciencias. El modelo describe las complejas capas de conocimiento y experiencias sobre la práctica científica de los docentes a lo largo de su trayectoria profesional y los resultados de los estudiantes (Carlson et al., 2019). Las actitudes y creencias de los profesores sobre los estudiantes, la naturaleza del conocimiento científico o el papel del docente son ejemplos de amplificadores y filtros que modulan cómo un docente desarrolla su CDC personal.

El *CDC personal* es el conocimiento y habilidades del contenido didáctico, acumulativo y dinámico que un docente construye a partir de sus propias experiencias de enseñanza y aprendizaje. El *CDC personal*, a través de la conversación y el intercambio, puede contribuir al CDC colectivo (conocimiento construido por un grupo de profesores), que puede informar sobre las bases de conocimiento profesional más amplias. El *CDC en acción* surge en los intercambios de conocimientos y cuando el docente toma decisiones de instrucción relacionadas con la enseñanza de un contenido particular a estudiantes particulares en un contexto particular, moderado por los propios amplificadores y filtros de conocimiento profesional.

### 2.3. El CDC en química y sus componentes

En la perspectiva de Mora y Parga (2014), se identifican cuatro componentes del CDC en química: conocimiento del contexto, que aborda preguntas sobre en dónde se enseña y a quién se enseña; el conocimiento disciplinar, que involucra los conocimientos sustantivos (declarativos) y sintácticos (procedimentales); los conocimientos psicopedagógicos, que relacionan el dominio afectivo, teorías educativas, el currículo, modelos, metodologías, criterios de evaluación; y los conocimientos metadisciplinarios, que aluden a los mecanismos de producción del conocimiento y hacen referencia a los obstáculos epistemológicos, debates y controversias.

### 2.4. Hipótesis de la complejidad y su relación con la progresividad del CDC

En este estudio se adopta el paradigma de la complejidad, sustentado en la teoría general de los sistemas de Von Bertalanffy (1981) y en el pensamiento complejo de Morín (1984), como referente epistemológico para comprender las dinámicas que presentan los grupos de docentes en su quehacer profesional.

Desde esta perspectiva, la práctica docente no puede entenderse como la aplicación mecánica de un conjunto de conocimientos preestablecidos, sino como un sistema abierto, dinámico y autorregulado, en el que teoría y práctica se retroalimentan de manera permanente. Vázquez-Bernal et al. (2007) desarrollaron la hipótesis de la complejidad como marco específico para comprender el desarrollo profesional del profesorado de Ciencias, planteando que dicho desarrollo se produce como una integración progresiva entre la reflexión y la práctica, con tres dimensiones diferenciadas: la dimensión técnica, la dimensión práctica y la dimensión crítica.

La dimensión técnica corresponde a un nivel inicial en el que el docente centra su atención en el qué y el cómo de la enseñanza. La dimensión práctica supone una mayor conciencia reflexiva sobre la propia acción docente y el reconocimiento de las necesidades de los estudiantes. La dimensión crítica, la más compleja, implica una reflexión profunda e integrada sobre las bases epistemológicas, éticas y sociales de la práctica, que interpela el para qué y el quién de la enseñanza (Vázquez-Bernal et al., 2007).

Esta hipótesis resulta pertinente para el presente estudio porque permite describir no solo el estado actual del CDC de los participantes, sino también su trayectoria de desarrollo, identificando avances, transiciones y tareas pendientes en la complejización del conocimiento profesional docente del Grupo MEQ.

## 2.5. El Grupo MEQ como comunidad de aprendizaje

El concepto comunidad de aprendizaje docente, en términos de Lave y Wenger (1991), refiere un aprendizaje situado en la acción que involucra a los docentes en tareas y roles dentro de la comunidad, favorecido por actividades periféricas (de lo simple a lo complejo) y avances significativos y progresivos hacia una participación activa, lo que se denomina participación periférica legítima.

Lo anterior permite interpretar al Grupo MEQ como comunidad de aprendizaje. Los docentes en servicio que la integran aprenden en la acción, construyen conocimientos, adquieren roles definidos, consolidan su identidad docente y la identidad grupal, intercambian saberes y experiencias que se evidencian en el material potencialmente significativo elaborado para cada uno de los EMMEQ. En estos espacios de interacción social se construyen, además de conocimientos, relaciones interpersonales que fortalecen el aprendizaje situado, dialógico, cooperativo y colaborativo entre pares a través de la interacción, la construcción, reconstrucción de los conocimientos y la resolución colectiva de problemas para el mejoramiento de la práctica profesional docente.

## 3. Metodología

La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y transversal. El método central para el estudio del Grupo fue la investigación-acción (IA) de Carr y Kemmis (1988), complementada con un estudio de caso en el que participaron tres de sus integrantes para analizar su práctica de aula.

En este último se orienta este artículo. Asimismo, la investigación se enmarcó en el paradigma de la complejidad desde la teoría sistemática planteada por Von Bertalanffy (1981), Morín (1984) y Vázquez-Bernal et al. (2007). En este paradigma, la reflexión, la indagación y el reconocimiento de la limitación del conocimiento se caracterizan por un relativismo dialéctico, capaz de interpretarse como unidad entre teoría y práctica retroalimentadas.

### 3.1. Participantes

Los participantes fueron tres maestros del Grupo MEQ, quienes se desempeñan en instituciones educativas de carácter oficial en educación básica secundaria y media vocacional de la ciudad de Medellín, Colombia. En el sistema educativo colombiano la educación media corresponde a los grados décimo y undécimo con estudiantes cuyas edades oscilan entre los 15 y 17 años, aproximadamente. Las instituciones participantes fueron la Institución Educativa Alcaldía de Medellín (comuna 16, barrio Belén), el INEM José Félix de Restrepo (comuna 14,

barrio El Poblado) y la Institución Educativa San Lorenzo de Aburrá (comuna 3, barrio Manrique).

Los docentes cuentan con formación profesional posgradual en educación y enseñanza de las ciencias exactas y naturales, cada uno con más de diez años de experiencia profesional. Asimismo, han participado en proyectos de investigación institucional, procesos de cualificación permanente y redes de maestros. El criterio de selección de los participantes del estudio de caso se fundamentó en su asignación académica: grupos de educación media en el área de Química, particularmente en relación con el desarrollo de una propuesta de intervención en el aula para la enseñanza y el aprendizaje de los sistemas acuosos. Los docentes participantes fueron identificados como P1, P2 y P3, como garante de confidencialidad.

### 3.2. Intervención de aula

La intervención de aula tuvo lugar durante la pandemia por COVID-19, lo que implicó cambios en la toma de decisiones colectivas para su desarrollo. Se pretendía adaptar una propuesta didáctica elaborada por el Grupo MEQ sobre el tema “sistemas acuosos”; sin embargo, los docentes participantes manifestaron que la guía didáctica no podía abordarse en modalidad virtual, debido a que algunas estrategias eran funcionales en la presencialidad. La situación fue compartida en el Grupo y se propuso la guía del portal “Colombia Aprende” titulada: “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, s. f.), la cual fue avalada por el Grupo para el desarrollo de la intervención.

Con P1 se programaron y desarrollaron 10 sesiones de clase virtual (cada una con una duración de 55 minutos) con los grupos de grado undécimo 11°1 y 11°2. Con P2 se desarrollaron 3 sesiones virtuales (cada una con una duración de 55 minutos) con el grupo 11°1, estos estudiantes pertenecían a la modalidad de Música. Con P3 se desarrollaron 4 sesiones de clase virtual (cada una con una duración de 55 minutos) con el grupo 11°1. En cada uno de los grupos participaron en promedio 20 estudiantes. Las clases virtuales se realizaron de forma semanal según el horario escolar durante el primer semestre del año 2020.

### 3.3. Instrumentos para la recolección de información

Los instrumentos implementados para la recolección de datos fueron: el diario de campo de la investigación, empleado para el seguimiento del Grupo MEQ en su conjunto dentro de la investigación-acción, y, por cada participante del estudio de caso, la planeación de aula, una narrativa reflexiva luego de la intervención y una entrevista semiestructurada basada en el repertorio de contenido CoRe (Loughran et al., 2004, 2006), adaptado para este estudio según se presenta en la Tabla 1. Los cambios realizados al instrumento original obedecen a la

necesidad de contextualizarlo al tema específico de los sistemas acuosos y a las condiciones del contexto de pandemia. Por ejemplo, la pregunta 7 fue reformulada para identificar aciertos y desaciertos en el entorno virtual, dado que este factor fue determinante en el desarrollo de la práctica docente durante ese periodo.

**Tabla 1**

*Preguntas de la entrevista semiestructurada basada en CoRe*

| Instrumento CoRe de Loughran et al. (2004, 2006)                                                                 | Instrumento entrevista basada en el CoRe de Loughran et al. (2004, 2006)                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes sobre esa idea?                                                     | 1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes cuando enseña los sistemas acuosos?                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea?                                                | 2. ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan este conocimiento?                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3. ¿Qué más sabes sobre esta idea?                                                                               | 3. ¿Qué conocimientos sobre historia y epistemología de los sistemas acuosos conoce?                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4. ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones que consideras que están conectadas en la enseñanza de esta idea? | 4. ¿Abordaron algunos contenidos relacionados con la historia y epistemología, las visiones de ciencia y la relación CTSA?                                                                                                                                                                                                              |
| 5. ¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en la enseñanza de esta idea?             | 5. ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones de los estudiantes durante la enseñanza de los sistemas acuosos?                                                                                                                                                                                                                         |
| 6. ¿Qué otros factores influyen en la enseñanza de esta idea?                                                    | 6. ¿En qué contexto se desarrolló la experiencia de aula?                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 7. ¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?                                  | 7. ¿Cuáles fueron los aciertos y desaciertos durante la pandemia?                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8. ¿Cómo evalúas la comprensión o confusión de los alumnos sobre la idea?                                        | 8. De acuerdo con la propuesta de mejoramiento que el grupo MEQ ha realizado a los Estándares y a los DBA para las ciencias naturales, específicamente el componente químico, manifieste si implementaron en la experiencia de aula dicha propuesta o si se abordó exclusivamente lo que se proponía desde la guía de Colombia aprende. |

*Nota. Adaptado de Loughran et al. (2004).*

### 3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis se ha construido por medio de un sistema de categorías y subcategorías basado en lo propuesto por Vázquez-Bernal et al. (2007) y modificado y adaptado a la dinámica y metodología del Grupo MEQ y a las características del estudio de caso que describe este estudio. Las estructuras (categorías) y subestructuras (subcategorías) están basadas en la hipótesis de la complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2007; Wamba, 2001) y describen tres niveles diferenciados: inicial (dimensión técnica (D.T)), intermedio (dimensión práctica (D.P)) y de referencia (dimensión crítica (D.C)) para evidenciar cambios, progresos o la evolución del

desarrollo profesional docente del Grupo MEQ. Fueron organizadas según los componentes del CDC de Mora y Parga (2015) (2015) y se adicionaron otros componentes relacionados con el Desarrollo Profesional Docente, el CDC colectivo y estructuras/categorías emergentes. En la Tabla 2 se precisan algunos códigos predominantes en la información de los instrumentos aplicados durante y después de la intervención de aula; se resaltan por cada componente del CDC.

**Tabla 2**

*Sistema de estructuras/subestructuras y códigos*

| COMPONENTES CDC                                  | ESTRUCTURA                    | SUBESTRUCTURA                                                                        | DIMENSIÓN                                                                                                                                                                                 | CÓDIGOS |
|--------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Conocimientos/<br>creencias<br>contexto          | Conocimiento<br>del currículo | Lineamientos<br>curriculares<br>y derechos<br>básicos<br>del<br>aprendizaje<br>(DBA) | D. C.: Los<br>lineamientos<br>curriculares y los<br>DBA son<br>enriquecidos para<br>orientar la<br>construcción de<br>rutas de enseñanza<br>para un aprendizaje<br>significativo crítico. | LDEAS   |
|                                                  | Organización<br>temporal      |                                                                                      | D. C.: El tiempo se<br>dinamiza según<br>ritmos de<br>aprendizaje y trabajo<br>de los<br>maestros/estudiante<br>s.                                                                        | DIN     |
| Conocimientos/<br>creencias de lo<br>disciplinar | Ciencias<br>naturales         | Qué es el<br>conocimiento<br>científico                                              | D. C.: El<br>conocimiento<br>científico se<br>corresponde con una<br>concepción<br>epistemológica de<br>carácter<br>constructivista<br>relativista.                                       | CCR     |
|                                                  |                               | Quién construye<br>el conocimiento<br>científico                                     | D. C.: El<br>conocimiento<br>científico no es<br>exclusivo de los<br>científicos. Su<br>actividad está<br>condicionada<br>histórica y<br>socialmente.                                     | CEC     |
|                                                  |                               | Cómo<br>construye<br>conocimiento<br>científico                                      | D. C.: Considera la<br>diversidad<br>metodológica y otros<br>elementos como<br>ideología,                                                                                                 | DIP     |

|                                                   |    |                                                |             |                                                                                                                                                 |      |
|---------------------------------------------------|----|------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                                   |    |                                                |             | experiencia personal, etc.                                                                                                                      |      |
| Conocimientos/<br>creencias de<br>psicopedagógico | lo | Planificación de la enseñanza y el aprendizaje | Docentes    | D. C.: La planificación incluye diferentes momentos, la evaluación y la construcción del conocimiento de forma conjunta.                        | PEAC |
|                                                   |    | Tipos de problemas                             |             | D. C.: Utilización de problemas de investigación del entorno socio-natural.                                                                     | PRI  |
|                                                   |    | Secuencia de actividades                       |             | D.C.: Secuencias de actividades flexibles y diversificadas.                                                                                     | DIV  |
|                                                   | lo |                                                | Docentes    | D. C.: El docente aplica diferentes estrategias de evaluación de acuerdo con las necesidades de los estudiantes.                                | AEVA |
|                                                   |    | Evaluación de la estrategia                    | Estudiantes | D. T.: El estudiante presenta dudas sobre las actividades que debe realizar y hace omisión de estas.                                            | EPP  |
|                                                   |    |                                                |             | D. C.: El estudiante planifica permanentemente procesos, estrategias y acciones para el cumplimiento de una meta.                               | EPPC |
| Conocimientos/<br>creencias de<br>metadisciplinar | lo | Argumentación                                  |             | D. C.: Se utiliza el lenguaje químico, se explica y debate sobre asuntos relacionados con los problemas tecnocientíficos de la sociedad actual. | CDEB |
|                                                   |    | Obstáculos en los estudiantes                  |             | D. T.: Falta de comprensión del estudiante.                                                                                                     | INC  |

|                                   |  |                                                 |                                                                                                                                                     |       |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Comunidad de Aprendizaje          |  | Reflexión en la acción                          | D. C.: Reflexión en la acción individual y colectiva para la evolución de la práctica educativa.                                                    | RIC   |
|                                   |  |                                                 | D. C.: El desarrollo profesional docente se caracteriza por la complejidad en la reflexión y en la práctica docente.                                | DPC   |
| CDC colectivo                     |  | Conocimiento disciplinar                        | D. T.: El conocimiento disciplinar interrelaciona algunos conceptos, teorías y paradigmas de la química.                                            | DACTP |
|                                   |  |                                                 | D. T.: Se incluye en algunos casos el lenguaje químico.                                                                                             | BLENG |
|                                   |  | Lenguaje químico                                | D. P.: El lenguaje químico se implementa en explicaciones.                                                                                          | ALENG |
|                                   |  |                                                 | D. C.: El lenguaje químico se aplica de diferentes formas en las explicaciones y en el diseño curricular.                                           | TLENG |
|                                   |  | Representaciones (molar, molecular y eléctrico) | D. T.: Representación por medio del modelo molar de las sustancias químicas.                                                                        | RMOL  |
|                                   |  |                                                 | D. P.: Representación por medio del modelo molecular de las sustancias químicas.                                                                    | RMCL  |
| Estructuras/categorías emergentes |  | Enfoques sobre la enseñanza de las ciencias     | D. C.: La enseñanza desde un enfoque interdisciplinario.                                                                                            | ECIN  |
|                                   |  |                                                 | D. C.: El docente posee habilidades para el liderazgo, empatía, pasión por enseñar, comunicación efectiva, trabajo en equipo y trabajo entre pares. | HLP   |

*Nota. Adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2007).*

Los datos obtenidos fueron seleccionados mediante la identificación de segmentos relacionados con las estructuras y subestructuras, clasificados por medio de códigos y procesados con el software MAXQDA 2024 y MAXQDA Analytics Pro (versión 26.0199), incluyendo el asistente de inteligencia artificial integrado en este software.

El análisis de la reflexión se basó en los planteamientos de Vázquez-Bernal et al. (2007), quienes distinguen entre la *reflexión introspectiva*, orientada a la indagación personal; la *reflexión interrogativa*, orientada a la declaración y a cómo el docente reflexiona sobre cuestiones planteadas en las diferentes fases de la investigación, y la *reflexión grupal*, orientada desde la interacción entre más de dos participantes, en la que se confrontan puntos de vista y se realizan críticas de mayor o menor profundidad.

La triangulación para el estudio de caso fue múltiple: entre los datos (planeación de aula, narrativa reflexiva y entrevista CoRe de cada participante), metodológica (articulación entre la investigación-acción del Grupo y el estudio de caso individual) y teórica (MCR y la hipótesis de la complejidad). Esta triangulación favorece la relación entre las diferentes estrategias y fuentes de datos recolectados de forma temporal y espacial (Aguilar & Barroso, 2015), con el propósito de evidenciar coincidencias entre la información y los requerimientos de validez, fiabilidad y confiabilidad de la investigación. Es importante señalar que el diario de campo de la investigación se empleó como instrumento del componente de investigación-acción sobre el Grupo MEQ en su conjunto, mientras que el análisis del estudio de caso reportado en este artículo se fundamenta en la triangulación de los tres instrumentos por participante (planeación, narrativa y entrevista).

## 4. Resultados

### 4.1. Conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química

El análisis del diario de campo de la investigación, la planeación de aula, la narrativa y la entrevista semiestructurada basada en CoRe, permitió identificar en P1, P2 y P3 un CDC en química en desarrollo, contextualizado, centrado en los estudiantes y con un fuerte componente emocional, y la integración de diferentes componentes del CDC: contexto, disciplinar, psicopedagógico, metadisciplinar. Los datos revelaron que los tres participantes plantearon diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje adaptadas al contexto de pandemia por COVID-19 para limitar brechas no solo desde el acceso al conocimiento por parte de los estudiantes y los requerimientos en conectividad, sino también desde la apropiación de

herramientas, estrategias motivacionales y tecnológicas para continuar el quehacer didáctico con nuevos conocimientos aprendidos en un momento desafiante para los docentes.

En particular, las evidencias muestran un énfasis compartido en la contextualización de los contenidos científicos y en la articulación de los conceptos químicos con situaciones cercanas a la realidad de los estudiantes. Este aspecto fue común en P1, P2 y P3, lo cual se observó tanto en las planeaciones de aula como en las narrativas y las observaciones de clase, donde los docentes privilegiaron el uso del lenguaje químico, las representaciones moleculares y las relaciones entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico.

## 4.2. Componentes del CDC

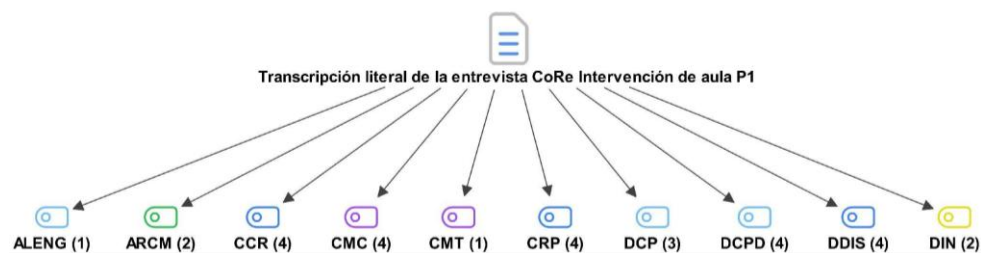
Los componentes del CDC se retoman según la propuesta de Mora y Parga (2015), entendidos como un sistema complejo, producto de la integración de conocimientos/creencias requeridas para la enseñanza de un contenido. Durante el desarrollo de la investigación se incorporaron, además, otros componentes y estructuras emergentes.

## 4.3. Participante P1

El análisis de los códigos obtenidos en la planeación de aula, la narrativa reflexiva y la entrevista CoRe (Figuras 1 y 2) mostró que los componentes del CDC con mayor frecuencia en P1 fueron los conocimientos: contexto, disciplinares y metadisciplinares.

**Figura 1**

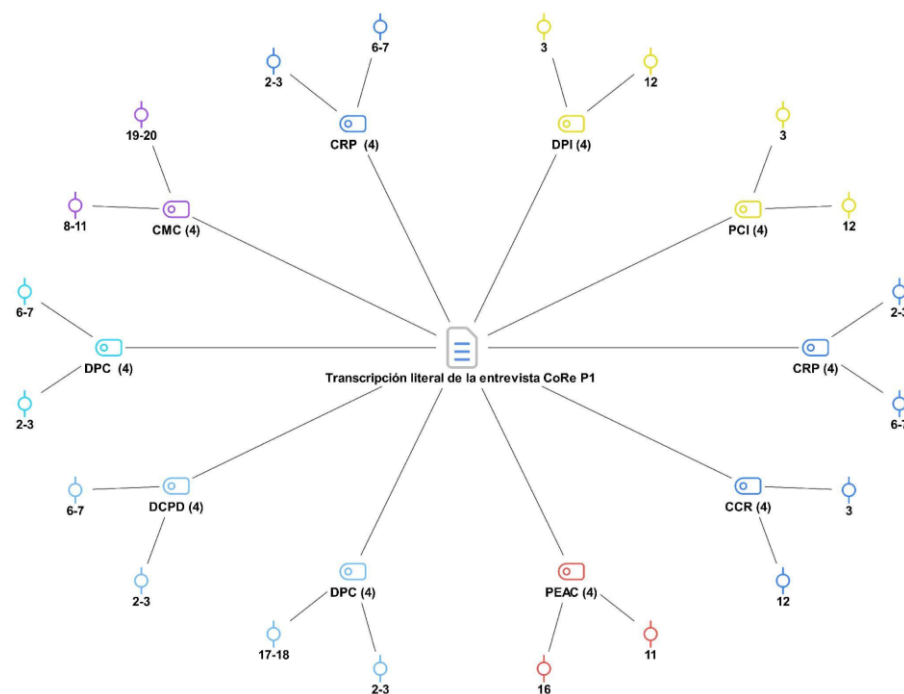
*Modelo de caso único (jerarquía de código). Instrumentos triangulados para P1*



*Nota. Obtenido mediante el análisis realizado con el software MAXQDA 24.*

**Figura 2**

*Modelo de un caso: P1*



*Nota. Obtenido mediante el análisis realizado con el software MAXQDA 24.*

El componente disciplinar para P1 es una herramienta para formular, abordar y resolver problemas. Este estableció explícitamente relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA):

El componente CTSA en los lineamientos apunta es básicamente a vincular eso con otros contextos, con otras realidades, en mi caso particular, pensaría que en ese sentido tratamos de hacer un acercamiento entre eso que estaba abordando durante la intervención con los chicos y vemos la realidad que estábamos viviendo en ese momento en plena pandemia. (Transcripción literal de la entrevista P1 parte 1, Pos. 7).

Los datos mostraron que en la planificación de estrategias de enseñanza y aprendizaje se contemplaron diferentes momentos didácticos, la evaluación formativa y la construcción conjunta del conocimiento con los estudiantes:

Indagar acerca de los saberes previos para mí fue el punto de partida y esos hallazgos luego se utilizaron para hacer una retroalimentación entonces lo que hice fue tomar fotografías de algunas respuestas de los chicos montarlas a una presentación y en la siguiente sesión volvimos sobre esa respuesta y empezamos como a discutir nuevamente sobre ellas, eso me abrió bastante el panorama de cuáles eran esas falencias que los muchachos tenían, cuáles eran las fortalezas y

definir cuál era el punto de partida para empezar a introducir ese nuevo conocimiento en el campo de los sistemas de acuosos. (Narrativa sobre la experiencia de aula P1, Pos. 80)

Con respecto al componente metadisciplinar y desarrollo profesional, P1 reconoció la naturaleza cambiante del conocimiento científico y su dimensión histórica. Sin embargo, indicó que en el tema sobre sistemas acuosos predominó la ausencia de este componente:

La parte representacional que hemos venido trabajando pues más a fondo en el grupo con las lecturas y los encuentros que hemos venido desarrollando sin embargo pues el asunto de los sistemas acuosos es bastante amplio y en ese sentido yo me atrevería a decir que es más la ausencia que las fortalezas en ese sentido. (Transcripción literal de la entrevista P1 parte 1, Pos. 5)

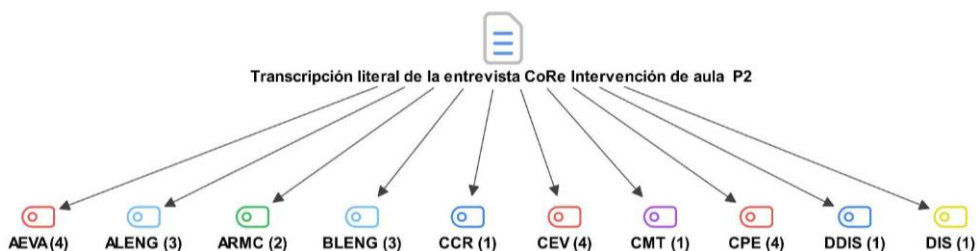
En relación con el CDC colectivo, los datos evidenciaron en su discurso referencias al lenguaje químico y a las representaciones moleculares como elementos compartidos con el Grupo MEQ, así como cuestionamientos sobre procesos de legitimación del conocimiento científico.

#### 4.4. Participante P2

El análisis de los códigos (Figuras 3 y 4) obtenidos en la planeación de aula, la narrativa y la entrevista CoRe indicaron que los componentes del CDC con mayor presencia en P2 fueron los conocimientos: contexto, disciplinar y psicopedagógico.

Figura 3

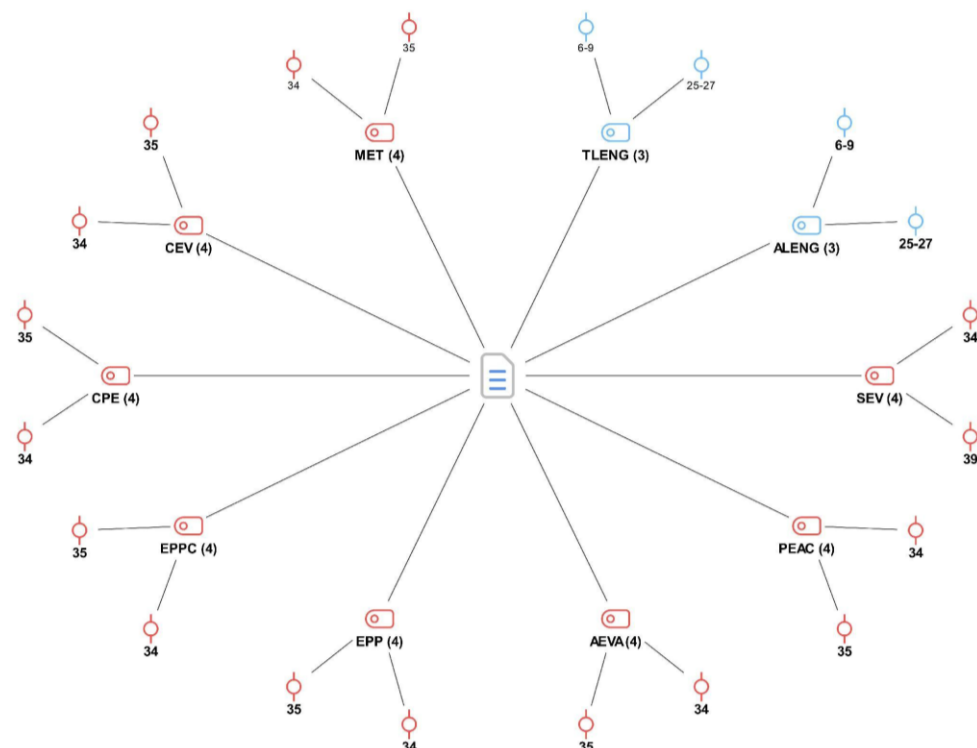
*Modelo de caso único (jerarquía de código). Instrumentos triangulados para P2*



*Nota. Obtenido mediante el análisis realizado con el software MAXQDA 24.*

Figura 4

*Modelo de un caso: P2*



*Nota. Obtenido mediante el análisis realizado con el software MAXQDA 24.*

Los conocimientos del contexto en la práctica de P2 se evidenciaron en la atención a la diversidad y en el reconocimiento de necesidades de los estudiantes durante los encuentros virtuales. P2 mostró una concepción del conocimiento científico de naturaleza constructivista, condicionada por el contexto de producción: “Se les explicó que la química y en concreto los sistemas acuosos están en nuestro entorno, hacen parte de nuestra cotidianidad, que dicho conocimiento permite dar una explicación a un sin número de procesos físico-químicos” (Narrativa sobre la experiencia de aula P2, Pos. 13).

Los datos también revelaron la planeación previa de la estrategia de enseñanza, la distinción de diferentes momentos didácticos y las diversas estrategias de evaluación: autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.

En el CDC colectivo P2 enfatizó desde el discurso en el lenguaje químico y expresó la automotivación y la reflexión como recursos empleados durante la intervención de aula:

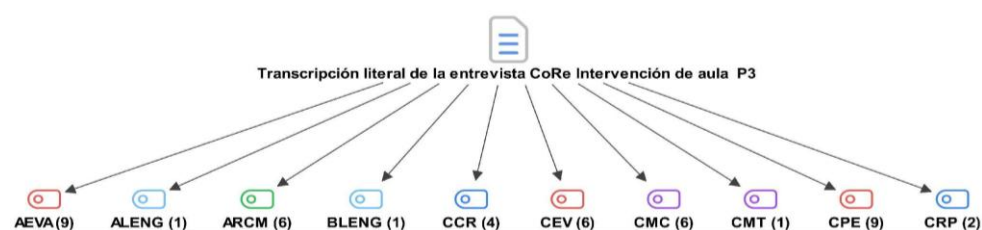
En la medida que se iba compartiendo los aportes, respuestas y propuestas de los estudiantes fuimos profundizando en el lenguaje químico y recordando sucesos cotidianos que bien pueden tomarse como ejemplo; razones para mantener a los estudiantes interesados en el trabajo y en temáticas. (Narrativa sobre la experiencia de aula P2, Pos. 18)

## 4.5. Participante 3

El análisis de los códigos (Figuras 5 y 6) obtenidos en la planeación de aula, la narrativa y la entrevista CoRe mostró que los componentes del CDC con mayor presencia en P3 fueron los conocimientos: disciplinar, psicopedagógico y metadisciplinar. También emergieron el CDC colectivo, el componente emocional y dos categorías emergentes, ARMC y ECIN.

**Figura 5**

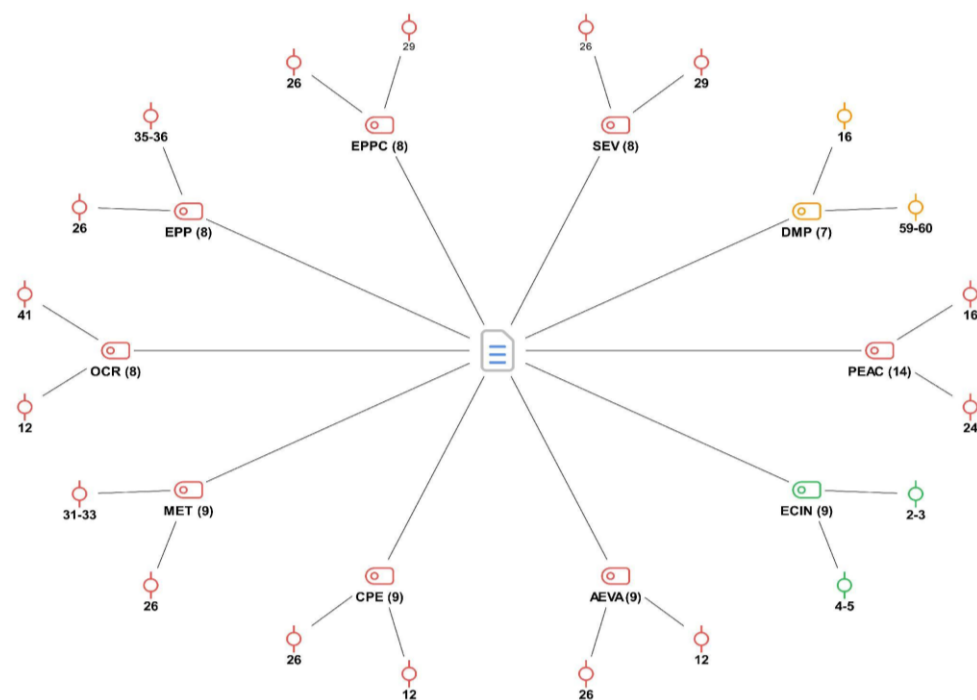
*Modelo de caso único (jerarquía de código) — instrumentos triangulados para P3.*



*Nota. Obtenido mediante el análisis realizado con el software MAXQDA 24.*

**Figura 6**

*Modelo de un caso: P3*



*Nota. Obtenido mediante el análisis realizado con el software MAXQDA 24.*

El componente disciplinar en P3 se expresó desde una concepción constructivista del conocimiento científico, como un proceso relativo y evolutivo que se negocia colectivamente y que facilitó abordar problemáticas relacionadas con la CTSA.

Los conocimientos psicopedagógicos resaltaron en su discurso. En concordancia con ello, la planeación de la intervención, basada en el ciclo didáctico de Jorba y Sanmartí (1995), incorporó estrategias para identificar conocimientos previos y favoreció mediante rúbricas la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación, de modo que invitó a la autorregulación y regulación del proceso formativo e integral: “La autoevaluación me permite a mí con cada uno de los estudiantes determinar las deficiencias, cuáles fueron las oportunidades o lo que acertaron ellos en cuanto al aprendizaje” (Transcripción literal de la entrevista P3 parte 1, Pos. 24).

Asimismo, P3 expresó que “la música que ponía al inicio de cada sesión fue mi manera de decirles a los estudiantes que la química también puede sentirse, que el aprendizaje tiene que ver con las emociones” (Transcripción literal de la entrevista P3 parte 1, Pos. 7).

Del componente metadisciplinar, los datos indicaron que P3 incorporó este conocimiento de forma progresiva en su práctica docente; sin embargo, consideró que es “una tarea que tenemos pendiente para abordar no solamente en el grupo si no en nuestra profesión docente”. Con respecto al CDC colectivo, se evidenció en el discurso un manejo del lenguaje químico en las explicaciones, no obstante, reconoció la necesidad de profundizar en este conocimiento:

Aunque en el proceso enseñanza se utilizaron diferentes simuladores y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se evidencia que en los estudiantes hay una dificultad para representar, sobre todo a nivel microscópico, cómo es el comportamiento de los sistemas acuosos. (Narrativa sobre la experiencia de aula P3, Pos. 17)

La estructura emergente relacionada con las emociones docentes y su identidad profesional se evidenció en las reflexiones de P3 sobre la adaptación de la intervención al entorno virtual, el uso de la música al inicio de las sesiones como estrategia motivacional y la búsqueda de alternativas para sostener el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje.

## 5. Discusión

### 5.1. El CDC personal: emotividad y flexibilidad en el conocimiento del contexto

Los resultados evidenciaron que el CDC personal de P1, P2 y P3 se caracterizó por su flexibilidad y capacidad de adaptación al contexto particular que representó la enseñanza virtual durante la pandemia. Según lo planteado por Carlson et al. (2019) desde el MCR, el CDC personal es un conocimiento dinámico y acumulativo que se construye y transforma a través de las experiencias de enseñanza y aprendizaje, acorde con los amplificadores y filtros de cada docente. En este sentido, la pandemia no interfirió en el desarrollo del CDC de los participantes, sino que resaltó habilidades, competencias y conocimientos adquiridos en diferentes procesos de formación continua.

La concepción constructivista del conocimiento científico, presente en los tres participantes, es un indicador del nivel de desarrollo del componente disciplinar del CDC. Parga y Mora (2008) señalan que esta concepción es característica de un CDC en transición hacia niveles de mayor complejidad. Sin embargo, P1 y P3 identificaron limitaciones en la incorporación del componente histórico-epistemológico en la enseñanza de los sistemas acuosos, lo que sugiere que este componente metadisciplinar requiere un trabajo sistemático para consolidarse en la práctica (Parga & Mora, 2014). Este hallazgo coincide con lo reportado por Parga (2024), quien identifica el componente metadisciplinar como el de menor desarrollo en los docentes de Química en servicio en Latinoamérica.

### 5.2. El CDC promulgado: decisiones pensadas y situadas en el contexto de pandemia

El CDC en acción de los tres participantes se expresó en las decisiones adoptadas para la enseñanza de los sistemas acuosos en entorno virtual. Park y Suh (2019) definen el CDC en acción como el conocimiento que emerge cuando el docente toma decisiones de instrucción relacionadas con la enseñanza de un contenido, lo cual fue manifestado durante y después de la práctica de aula.

En P1, el uso de fotografías de los trabajos de los estudiantes para la retroalimentación colectiva y la vinculación de los contenidos con situaciones cotidianas del contexto de pandemia se constituyeron en estrategias que Park y Oliver (2008) identifican como expresiones sofisticadas del CDC en acción. En P2, el CDC en acción estuvo condicionado por el hecho de que los estudiantes pertenecían a la modalidad de Música, con baja carga horaria de Ciencias naturales, lo cual actuó como un filtro que limitó la profundidad del abordaje

disciplinar (Carlson et al., 2019). En P3, el CDC en acción se expresó en la estructura organizada del ciclo didáctico de Jorba y Sanmartí (1995), que permitió identificar obstáculos epistemológicos y promover procesos metacognitivos, lo que coincide con los hallazgos de Pahriah et al. (2025) sobre el impacto positivo de la evaluación auténtica en Química.

En los tres casos, los participantes redefinieron las estrategias propuestas en la guía de Colombia Aprende para adaptarla a sus contextos, evidenciando que el CDC en acción no es una aplicación mecánica del conocimiento planificado, sino una reconfiguración dinámica del mismo en la acción de enseñar (Park & Suh, 2019). Los desafíos tecnológicos enfrentados son coherentes con lo reportado por Ngwenya et al. (2025), quienes identifican la falta de formación docente en TIC y la insuficiencia de infraestructura como los principales obstáculos para la integración efectiva de tecnología en la enseñanza de la química.

### 5.3. Los niveles de transición entre dimensiones de la complejidad

El análisis del CDC de los participantes desde la hipótesis de la complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2007) permitió identificar trayectorias diferenciadas de desarrollo profesional, caracterizadas por transiciones entre las dimensiones técnica, práctica y crítica.

P1 evidenció una transición de la dimensión práctica hacia la dimensión crítica: cuestionó los procesos de legitimación del conocimiento científico, reflexionó sobre la historia y epistemología de la química y reconoció con autocrítica sus limitaciones en el componente metadisciplinar.

P2 evidenció una transición entre las tres dimensiones, con mayor énfasis en el lenguaje químico. Adicionalmente, según Vázquez-Bernal et al. (2021), este tránsito no corresponde a una secuencia rígida; son niveles de reflexión que se activan de acuerdo con el contexto y el contenido específico. En general, la práctica de P2 mostró fortalezas en el conocimiento del contexto y el componente psicopedagógico, pero con menor profundidad en el componente metadisciplinar y disciplinar.

La planeación de aula, la narrativa y la entrevista CoRe evidenciaron que P3 integró explícitamente múltiples componentes del CDC, incluyó el componente emocional, indicativo de un nivel avanzado de reflexión en el que el docente integra la dimensión personal, la relacional y la epistemológica en su quehacer profesional.

En el caso del Grupo MEQ se confirma que el CDC es un conocimiento progresivo y complejo, que puede avanzar en algunos componentes mientras permanece en desarrollo en otros (Parga & Mora, 2008), y que su complejización está relacionada con la interacción entre las

experiencias personales, el contexto, la cultura institucional y las oportunidades de reflexión colectiva (Herrera-López et al., 2025).

De otro lado, según King (2012), el aprendizaje situado en contextos reales, como el que representó la pandemia, fue promotor del desarrollo del CDC de los participantes en la búsqueda, apropiación, diseño y aplicación práctica del conocimiento químico para la enseñanza.

#### 5.4. El CDC colectivo y el Grupo MEQ como comunidad de aprendizaje

El concepto de CDC colectivo, introducido en el MCR (Carlson et al., 2019), refiere al conocimiento construido y compartido por un grupo de docentes a través de la conversación, el intercambio y la reflexión colaborativa. La triangulación entre la planeación de aula, la narrativa y la entrevista, permitió identificar que el lenguaje químico y las representaciones moleculares fundamentan el CDC colectivo del Grupo MEQ, referenciados de forma recurrente por los tres participantes en su práctica docente, sus criterios de evaluación y los materiales elaborados.

Desde la perspectiva de las comunidades de práctica (García Martínez, 2021; Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998), el Grupo MEQ se configura como un espacio de aprendizaje situado en el que sus integrantes participan en procesos de construcción y reconstrucción del conocimiento entre pares. Esta experiencia, replicada en los EMMEQ, es característica de los grupos de docentes que, según Stoll et al. (2006), comparten y cuestionan críticamente su práctica de manera reflexiva y colaborativa. Bolam et al. (2005) señalan que las comunidades más efectivas para el desarrollo del CDC se caracterizan por la reflexión colectiva, el liderazgo compartido y el compromiso con la mejora continua, características todas ellas presentes en el Grupo MEQ.

Las tareas pendientes identificadas sobre el fortalecimiento del componente metadisciplinar y el desarrollo de estrategias didácticas para el componente cuantitativo de la química no representan debilidades, sino oportunidades de desarrollo que la propia dinámica reflexiva de la comunidad ha logrado identificar explícitamente (Giamellaro, 2025). Esto confirma la reflexión en y sobre la práctica y un sólido CDC colectivo del Grupo MEQ.

### 6. Conclusiones

Los hallazgos permiten identificar que los integrantes del Grupo MEQ poseen un CDC personal que integra los diferentes componentes señalados por Mora y Parga (2015), con fortalezas en los componentes del contexto, disciplinar y psicopedagógico. El componente metadisciplinar se encuentra en proceso de desarrollo y transición: reconoce, comprende y aborda la historia y la

epistemología de la ciencia, pero requiere un trabajo sistemático y compartido entre los pares para debatir y reflexionar sobre las creencias que se tienen sobre la naturaleza de la ciencia. Otro aspecto importante para fortalecer son los procesos argumentativos en interacción con estudiantes y otros maestros, de modo que se estimule de forma permanente la ciencia escolar y la identificación de obstáculos en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El contexto de pandemia fue desafiante y, a su vez, visibilizó fortalezas del CDC personal: dinamismo, idiosincrasia y el carácter situado de este conocimiento, dado que las particularidades del contexto demandaron de los docentes una alta capacidad de adaptación.

El CDC en acción, nutrido por diferentes estrategias didácticas con apoyo de herramientas tecnológicas y en vinculación con el componente emocional, llevó a P1, P2 y P3 a tomar decisiones sobre el qué, cómo y para qué enseñar, retomando experiencias de la vida cotidiana en simultáneo con los contenidos. Ello favoreció el vínculo de los sistemas acuosos con la pandemia y otorgó sentido al conocimiento químico en contexto.

Finalmente, el CDC colectivo revela el funcionamiento del Grupo MEQ como comunidad de aprendizaje docente, que influye en ideales compartidos sobre la enseñanza y el aprendizaje, concepciones similares sobre la naturaleza de la ciencia, la enseñanza contextualizada desde la relación Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), el diseño curricular y el saber disciplinar fundamentado en el uso del lenguaje químico y las representaciones moleculares. Estos aspectos constituyen el núcleo del CDC colectivo del Grupo MEQ, construido, debatido y compartido tanto en las sesiones grupales como en los EMMEQ.

## 6.1. Proyecciones y limitaciones de la investigación

El artículo presenta el análisis de los datos obtenidos en el estudio de casos durante y después de la intervención de aula, el cual forma parte de una investigación más amplia sobre el Grupo MEQ que implicó investigación-acción y diferentes fuentes de recolección de información: diarios de campo, cuestionarios, entrevistas y otros registros longitudinales para la descripción y sistematización del quehacer del Grupo en sus 24 años de trayectoria académica. Tal como se explica en la sección metodológica, la triangulación del estudio de caso se realizó entre la planeación de aula, la narrativa reflexiva y la entrevista basada en CoRe de cada participante; el diario de campo corresponde al componente de investigación-acción sobre el Grupo en su conjunto. La decisión metodológica de presentar los resultados del estudio de casos responde a criterios de profundidad y alcance del artículo.

La riqueza de las fuentes de información obtenidas representa posibilidades para profundizar en publicaciones futuras en ámbitos relacionados con las emociones docentes, el mapeo del

CDC del Grupo, los EMMEQ, la evolución de la temática sobre sistemas acuosos a lo largo de los años, el trabajo en comunidad de aprendizaje docente basado en las experiencias de aula de los docentes amigos del MEQ, entre otras temáticas relevantes en la investigación del desarrollo profesional.

## 7. Referencias

- Aguilar, S., & Barroso, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (47), 73-88.  
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i47.05>
- Berry, A., Friedrichsen, P., & Loughran, J. (Eds.). (2015). *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*. Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9781315735665>
- Bolam, R., McMahon, A., Stoll, L., Thomas, S., & Wallace, M. (2005). *Creating and sustaining effective professional learning communities*. University of Bristol.
- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J., Kirwan, T., Liepertz, S., Loughran, J., Mavhunga, E., Mulhall, P., Nilsson, P., Park, S., Rollnick, M., Schneider, R., Schmaling, S., Veal, W., & Wilson, C. D. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' professional knowledge* (pp. 77-94). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_4)
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: La investigación-acción en la formación del profesorado* (J. A. Bravo, Trad.). Martínez Roca.
- García Martínez, Á. (2021). Las comunidades de desarrollo profesional como vía de formación docente. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Garritz, A. (2010). Pedagogical content knowledge and the affective domain of scholarship of teaching and learning. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2), 1-6. <https://doi.org/10.20429/ijotl.2010.040204>
- Gess-Newsome, J. (2015). **A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit**. En A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28-42). Routledge.

Giamellaro, M., Buxton, C., Taylor, J., Ayotte-Beaudet, J. P., L'Heureux, K., & Beaudry, M. C.

(2025). The landscape of research on contextualized science learning: A bibliometric network review. *Science Education*, 109(3), 851-875.

Herrera-López, A. C., Vázquez-Bernal, B., De las Heras-Pérez, M. Á., & Lopera Pérez, M. (2025).

Collective pedagogical content knowledge on climate change: An exploratory study with in-service teachers. *Journal of Science Teacher Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2025.2601284>

Jorba, J., & Sanmartí, N. (1995). *La función pedagógica de la evaluación*. Aula de Innovación Educativa.

King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: Using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, 48(1), 51-87. <https://doi.org/10.1080/03057267.2012.655037>

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of a better understanding of science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Sense Publishers. <https://doi.org/10.1163/9789087903657>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (s. f.). *¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?* Colombia Aprende. [https://contenidosparaaprender.colombiaaprende.edu.co/G\\_10/S/SM/SM\\_S\\_G10\\_U03\\_L04.pdf](https://contenidosparaaprender.colombiaaprende.edu.co/G_10/S/SM/SM_S_G10_U03_L04.pdf)

Mora, W., & Parga, D. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación Química*, 25(3), 332-342. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70548-](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70548-X)

X

- Mora Penagos, W. M., & Parga Lozano, D. L. (2015). Componentes del conocimiento didáctico del contenido en química. En D. L. Parga Lozano (Ed.), *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química* (pp. 55–79). Universidad Pedagógica Nacional. <https://doi.org/10.17227/pd.2015.8359>
- Morín, E. (1984). *Ciencia con consciencia*. Anthropos.
- Ngwenya, J. T., Tarusikirwa, M. C., & Makamure, C. (2025). Toward integrating educational technology instructional methods in advanced level chemistry teaching in Zimbabwe. *Journal of Research Innovation and Implications in Education*, 9(2), 884-892.
- Pahriah, P., Ratnaya, I. G., Parwata, I. G. L. A., & Budhyani, I. D. A. M. (2025). Authentic assessment in chemistry education at senior high schools and higher education: A systematic literature review (2015-2025). *Path of Science*, 11(7), 1013-1026. <https://doi.org/10.22178/pos.120-10>
- Parga, D. L. (Ed.). (2015). *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química* (1.a ed.). Universidad Pedagógica Nacional. <https://doi.org/10.17227/pd.2015.8359>
- Parga, D. L. (2024). CDC químico en Latinoamérica y su contraste con la producción mundial. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, (55), 910-913. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/21020>
- Parga, D. L., & Mora, W. M. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en química: Integración de las tramas de contenido histórico-epistemológicas con las tramas de contexto-aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, (24), 56-81. <https://doi.org/10.17227/ted.num24-1083>
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>
- Park, S., & Suh, J. K. (2019). The PCK map approach to capturing the complexity of enacted PCK (ePCK) and pedagogical reasoning in science teaching. In A. Hume, R. Cooper, & A.

- Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' professional knowledge* (pp. 185-197). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_10)
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.i463w79r56455411>
- Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M., & Thomas, S. (2006). Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of Educational Change*, 7(4), 221-258. <https://doi.org/10.1007/s10833-006-0001-8>
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez Pérez, R., & Mellado Jiménez, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica: La hipótesis de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 372-393. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2007.v4.i3.02](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i3.02)
- Vázquez-Bernal, B., Mellado Jiménez, V., & Jiménez-Pérez, R. (2021). The long road to shared PCK: A science teacher's personal journey. *Research in Science Education*, 51(5), 1807-1828. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10028-4>
- VERBI Software. (2023). *MAXQDA 2024* [Computer software]. VERBI Software. <https://www.maxqda.com>
- VERBI Software. (2025). *MAXQDA Analytics Pro* (Versión 26.0199) [Computer software]. VERBI Software. <https://www.maxqda.com>
- Von Bertalanffy, L. (1981). *Teoría general de los sistemas: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones* (J. Almela, Trad.). Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1968).
- Wamba, A. M. (2001). *Modelos didácticos personales y obstáculos para el desarrollo profesional: Estudio de caso con profesores de ciencias experimentales en educación*

*secundaria* [Tesis doctoral, Universidad de Huelva]. Repositorio institucional.

<http://hdl.handle.net/10272/2717>

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge

University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511803932>