

CONFIGURACIÓN ONTO-EPISTÉMICA DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR DE QUÍMICA SOBRE EL CONOCIMIENTO ESCOLAR ACERCA DEL «AGUA»: DOS ESTUDIOS DE CASO

Rubiano Arévalo, Daniel Alexander ¹

RESUMEN

Este artículo caracteriza las configuraciones onto-epistémicas del Conocimiento Profesional del Profesor de Química (CPPQ) sobre el Conocimiento Escolar (CE) acerca del «agua» en dos estudios de caso con docentes de colegios distritales de Bogotá. Desde un enfoque cualitativo y comparativo de análisis de contenido, se articularon los niveles declarativo, de acción y de reflexión mediante entrevistas semiestructuradas, observación de clases y entrevistas de estimulación del recuerdo. El análisis comprendió cinco categorías principales del CPPQ: Contenidos, Fuentes y Criterios de Selección, Referentes Epistemológicos, Criterios de Validación y Finalidades. Los resultados evidencian configuraciones particulares en las que estas categorías interactúan y producen modos diferenciados de hacer enseñable y legítimo el «agua». En el caso 1, una identidad científica consolidada impulsa aperturas históricas, políticas, didácticas y ecosistémicas, con retorno de la ciencia como principio de cohesión. En el caso 2, el contexto hospitalario, la comprensión y la agencia del estudiante regulan la selección, la validación y la profundización científica gradual. Se concluye que ambos casos integran ciencia, contexto y experiencia mediante trayectorias recursivas diferenciadas, con implicaciones para la didáctica de la química y la formación del profesorado.

Palabras claves: conocimiento profesional del profesor de química; conocimiento escolar; agua; simultaneidad onto-epistémica; estudios de caso; formación del profesorado

THE ONTO-EPISTEMIC CONFIGURATION OF CHEMISTRY TEACHERS' PROFESSIONAL KNOWLEDGE CONCERNING SCHOOL KNOWLEDGE ABOUT «WATER»: TWO CASE STUDIES

ABSTRACT

This article characterizes the onto-epistemic configurations of Chemistry Teachers' Professional Knowledge concerning School Knowledge about «water» in two case studies involving teachers from Bogotá's district public schools. Using a qualitative and comparative content-analysis approach, the study integrated the declarative, action, and reflection levels through semi-structured interviews, classroom observation, and stimulated-recall interviews. The analysis addressed five categories of chemistry teachers' professional knowledge: Contents, Sources and Selection Criteria, Epistemological References, Validation Criteria, and Educational Purposes. The findings reveal particular configurations in which these categories interact and produce differentiated ways of making «water» teachable and legitimate as school knowledge. In Case 1, a consolidated scientific identity drives historical, political, didactic, and ecosystemic openings, while science returns as a principle of cohesion. In Case 2, the hospital-classroom context and students' understanding and agency regulate selection, validation, and gradual scientific deepening. The study concludes that both cases integrate science, context, and experience through distinct recursive trajectories, with implications for chemistry education and teacher education.

Keywords: chemistry teachers' professional knowledge; school knowledge; water; onto-epistemic simultaneity; case studies; teacher education

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). daarubianoa@udistrital.edu.co

Introducción

El campo del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP) y del Conocimiento Escolar (CE) ha consolidado una idea epistemológica central: ambos constructos se caracterizan por su particularidad, diferenciación, complejidad y capacidad de complejización (Martínez Rivera & Valbuena Ussa, 2013, p. 11). Estas propiedades resultan de la integración y transformación de conocimientos académicos y experienciales en contextos situados (Fonseca Amaya & Martínez Rivera, 2020, p. 175). Reconocer el CPP y el CE como conocimientos particulares y diferenciados implica asumir su pluralidad, pues se configuran mediante relaciones entre conocimientos diversos y conservan una naturaleza propia frente al conocimiento científico disciplinar (Martínez Rivera & Valbuena Ussa, 2013).

La particularidad y la diferenciación del CPP/CE han sido ampliamente estudiadas desde la dimensión epistemológica, mientras la dimensión ontológica ha recibido una atención menor. Las investigaciones suelen mostrar preocupaciones implícitas por lo óntico, aunque pocas formulan preguntas directas sobre las entidades que integran los mundos escolares (Rubiano Arévalo & Martínez Rivera, 2021). Martínez Rivera (2017) constituye una de las alusiones explícitas al sostener que el CPP y el CE producen conocimientos situados y, simultáneamente, mundos y realidades particulares. Este planteamiento permite considerar la relación epistemología-ontología como una vía para estudiar la dimensión ontológica del conocimiento escolar.

Desde Kant (1781/1787), esta posibilidad puede comprenderse a partir de la relación simultánea entre los fenómenos como cosas-para-nosotros y el marco epistémico mediante el cual se integran y validan distintos conocimientos. El supuesto de simultaneidad onto-epistemológica permite, así, analizar ontologías múltiples de carácter internalista-externalista, sustentadas en verdades funcionales y adecuadas al entorno del sujeto cognoscente. Los mundos y su naturaleza se configuran en la relación entre lo interno y lo externo al sujeto; por ello, lo onto-epistémico ofrece una vía de acceso a ontologías plurales, funcionales y no absolutas (Lombardi & Labarca, 2005; Lombardi & Pérez Ransanz, 2011, 2012; Rubiano Arévalo, 2017).

El CPP y el CE también poseen estructuras complejas y complejizables, en las que interactúan orden, desorden y organización. Su complejización se manifiesta en los cambios y reorganizaciones que acompañan su devenir (Morin, 2005, pp. 35, 93, 97). Las categorías Contenidos, Fuentes y Criterios de Selección, Referentes Epistemológicos, Criterios de Validación y Finalidades mantienen relaciones complejas y se modifican según el tiempo y el contexto, generando emergencias y reajustes internos (Fonseca Amaya, 2018). Morin denomina retroacciones y recursividades a estos procesos de reorganización, que pueden representarse mediante bucles epistemológicos y, en este estudio, onto-epistemológicos. Desde esta perspectiva surgen dos preguntas: ¿qué mundos se construyen y qué entidades pueblan las ontologías escolares, especialmente cuando se trata de entidades cruciales?

En el contexto colombiano, particularmente en el ámbito urbano, el «agua» constituye una entidad escolar crucial por su presencia en los Lineamientos Curriculares, los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 1998, 2006, 2016). En estos documentos aparece como entidad molecular y macroscópica, recurso natural y componente químico de procesos bioquímicos vinculados

con lo vivo y lo no vivo. También ocupa un lugar central en los Proyectos Ambientales Escolares y en las políticas de gestión del recurso hídrico (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

En la enseñanza de la química, el «agua» puede representarse onto-epistemológicamente desde los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico (Gilbert & Treagust, 2009; Johnstone, 1982). El Chemical Knowledge Space (CKS) amplía este triplete mediante una estructura que articula tipos, escalas, dimensiones y aproximaciones del conocimiento químico (Talanquer, 2011). Esta apertura permite incorporar formas de representación y de mundo que no se pueden describir desde el triplete clásico de Johnstone (Rubiano Arévalo, 2021). En consecuencia, el conocimiento químico escolar sobre el «agua» puede adquirir configuraciones integradoras y complejas, relacionadas con las condiciones particulares del contexto escolar.

Estos antecedentes conducen a preguntar por la estructura y las relaciones de las categorías del Conocimiento Profesional del Profesor de Química (CPPQ) acerca del «agua» escolar, asunto que aún no ha sido explicitado en la tradición del CPP y el CE. El estudio caracteriza, desde una posibilidad onto-epistémica, las categorías Contenidos, Fuentes y Criterios de Selección, Referentes Epistemológicos, Criterios de Validación y Finalidades. Cada categoría se analiza mediante las subcategorías Tipos, Perspectiva Ontológica, Aproximaciones, Niveles y Dimensiones.

La pregunta central de investigación es: ¿qué características ontológicas presentan las categorías principales del CPPQ en profesores de Bogotá, D. C.?

Metodología

Para responder la pregunta de investigación se diseñó un marco metodológico cualitativo, acorde con el carácter exploratorio y la profundidad requerida por el problema. El análisis de contenido (Bardin, 1977) se asumió como eje metodológico para estudiar el CPPQ acerca del «agua» en profesores de química de Bogotá, D. C. La producción y el análisis de información se organizaron en tres niveles de interacción profesional (Martínez Rivera, 2017): nivel declarativo (ND), nivel de acción (NA) y nivel de reflexión (NR).

Para seleccionar los casos 1 y 2 se empleó el instrumento de caracterización del CPP de Martínez Rivera et al. (2013), que clasifica el conocimiento de los profesores en tres niveles de complejidad: tradicional, instruccional-cientificista e integrador-transformador. El instrumento obtuvo un α promedio = .718. Se eligieron dos profesores con perfiles diversos y cercanos al tercer nivel, porque sus resultados iniciales mostraron procesos de integración y transformación de las categorías del CPPQ, condición pertinente para explorar su pluralidad y complejidad.

Los estudios de caso se asumieron como comparativos, pues el contraste permite identificar sentidos, similitudes y diferencias entre perfiles profesionales y contextos educativos. El caso 1 corresponde a un profesor oficial de Bogotá que orienta Ciencias Naturales y Química en un aula regular de 45 estudiantes. Es licenciado en Química por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y magíster en Docencia de la Química por la Universidad Pedagógica Nacional. El caso 2 corresponde a un profesor de Aulas Hospitalarias que orienta

Ciencias Naturales y Química. Es licenciado en Química por la Universidad Pedagógica Nacional y magíster en Enseñanza de las Ciencias Naturales por la Universidad Nacional de Colombia.

En el ND se aplicó una entrevista semiestructurada, validada por expertos según los criterios de claridad, coherencia, relevancia y suficiencia propuestos por Galicia Alarcón et al. (2017). En el NA se utilizó un protocolo de observación, grabación y registro fotográfico de las clases, construido a partir de objetivos de registro previamente validados. Para el NR se diseñó y validó una entrevista semiestructurada de estimulación del recuerdo (Lyle, 2003). Las transcripciones se segmentaron en unidades de registro (UR), posteriormente codificadas en Atlas.ti 25. La codificación fue revisada por cocodificadores expertos y el acuerdo se calculó mediante el α de Krippendorff, con valores entre .860 y 1.00.

El análisis articuló triangulación intramétodo e intermétodo para fortalecer la pertinencia interpretativa (Flick, 2018). La triangulación intramétodo examinó la coherencia y suficiencia de la información dentro de cada técnica; la triangulación intermétodo relacionó lo declarado, lo actuado, lo reflexionado y el instrumento inicial de selección de casos. Finalmente, se construyeron bucles de retroacción y recursividad para representar la dinámica ontológica intracategorial del CPPQ sobre el «agua».

Resultados y Discusión

La Tabla 1 condensa las características de las cinco categorías y sus subcategorías en la trayectoria ND - NA - NR de cada caso, incorpora UR representativas y establece sus principales similitudes y diferencias. Los fragmentos empíricos centrales se reúnen en el Apéndice A. El análisis posterior interpreta estas relaciones en diálogo con la tradición CPP/CE, las ontologías múltiples y el pensamiento complejo, y examina los centros de activación, las tensiones, las progresiones-transiciones y las retroacciones de cada configuración.

1. Categoría de contenidos

Caso 1. Los contenidos parten de una base científico-curricular que se amplía mediante problemas históricos, políticos y tecnológicos, así como proyectos socioambientales (UR 4:10). En el ND y el NA se reconoce una perspectiva ontológica plural: el «agua» posee existencia química, vital, metabólica y ecosistémica, aunque el realismo científico conserva una posición central (UR 16:1 | 4–9). Esta apertura incorpora niveles y dimensiones que amplían el espacio analítico del Chemical Knowledge Space (Talanquer, 2011). En el NR, el profesor orienta esa ampliación hacia una apropiación significativa y contextual, y reconoce el «agua» como entidad vital, política y estratégica (UR 18:9 | 48–48). La trayectoria expresa la reelaboración e integración de saberes descrita por Porlán et al. (2000, p. 509), pues relaciona conocimientos disciplinares con experiencias, proyectos y exigencias contextuales. El caso 1 se aproxima así a una tendencia integradora-transformadora, aunque mantiene una gravitación científicista que aporta cohesión provisional (Ibáñez Córdoba, 2025, pp. 172, 186; Cárdenas Navas, 2021, pp. 194–195).

Caso 2. La organización de los contenidos parte de la diferenciación curricular y de la

inteligibilidad para el estudiante. En el aula hospitalaria, los tipos disciplinares y socioambientales se recontextualizan, y el «agua» aparece inicialmente como fuente de vida y recurso vulnerable (UR 5:34). Esta configuración amplía su perspectiva ontológica hacia lo cotidiano, vital y procesual. En el NA, los problemas situados y los proyectos permiten transitar desde lo macroscópico y cotidiano hacia lo ecosistémico; las dimensiones químicas participan como recursos de profundización, mientras las aproximaciones contextuales amplían la organización del contenido (UR 17:13 | 253–260). El NR confirma que las necesidades y trayectorias del estudiante regulan la secuencia y la profundidad científica (UR 19:2 | 7–7; UR 19:4 | 12–12). Esta gradualidad coincide con la crítica de Reyes Roncancio (2016, p. 53) a las secuencias homogéneas y con las trayectorias reticulares descritas por Cárdenas Navas (2021, p. 194). Los bucles siguientes sintetizan ambos movimientos.

Descripción del bucle de Contenidos

Caso 1: núcleo químico → apertura histórica, política, didáctica y ecosistémica → complejización multiescalar y multidimensional → recentramiento científico transformado → nueva apertura. Retroacción: la pluralidad y la contextualización transforman el núcleo científico, que reaparece como principio provisional de cohesión.

Caso 2: contexto y trayectoria estudiantil → comprensión vital, histórica y macroscópica → profundización científica gradual → nuevas preguntas → recontextualización del contenido. Retroacción: las necesidades del estudiante reajustan la secuencia, la profundidad y las aproximaciones del contenido.

2. Categoría de Fuentes y Criterios de Selección

Caso 1. Los artículos científicos constituyen la fuente inicial de mayor autoridad (UR 4:39), pero en el NA se articulan con proyectos, noticias, tecnologías y la participación del profesor y los estudiantes (UR 14:12 | 230; UR 4:5). La perspectiva ontológica de la fuente se desplaza desde una verdad predominantemente científica hacia una mediación escolar construida entre actores, contextos y decisiones didácticas (UR 18:6 | 36–36). Porlán et al. (2000, p. 509) y Fonseca Amaya y Martínez Rivera (2020) permiten interpretar este proceso como una integración y transformación de fuentes orientada por propósitos escolares. Los niveles y dimensiones científicas se conservan, pero su selección depende de la capacidad del profesor para convertirlos en conocimientos comunicables y pertinentes. La comunicabilidad y la pertinencia emergen, por tanto, como criterios de selección.

Tabla 1

Síntesis descriptiva y comparativa por categorías y subcategorías en los niveles ND, NA y NR

Categoría	Subcategoría	Caso 1: ND - NA - NR	Caso 2: ND - NA - NR	UR representativas	Similitudes y diferencias
Contenidos	Tipos	Científico-curriculares y socioambientales; cotidianos, históricos y tecnológicos.	Disciplinares y socioambientales; flexibilización contextual hospitalaria.	C1: UR 4:10; 16:1 4-9; 18:5 32-32. C2: UR 5:1; 17:13 253-260; 19:2 7-7.	Similitud: pluralización y contextualización. Diferencia: C1 parte de la ciencia; C2, del contexto.
	Perspectiva ontológica	Ontología vital; realismo científico, experiencial y cotidiano.	Fuente de vida y recurso vulnerable; realismo cotidiano y científico.	C1: UR 16:1 4-9; 18:9 48-48. C2: UR 5:1; 5:34; 19:7 18-18.	Similitud: múltiples modos de existencia del «agua». Diferencia: gravitación científica en C1 y cotidiana-vital en C2.
	Aproximaciones	Problemas ambientales, políticos y socioeconómicos; proyectos organizados desde conceptos científicos.	Problemas situados, contexto e intervención química; proyectos, historia, ciencia y cosmovisiones.	C1: UR 4:10; 14:12 230; 18:5 32-32. C2: UR 5:34; 17:13 253-260; 19:8 21-21; 19:9 25-25.	Similitud: integración de ciencia, contexto y proyectos. Diferencia: C1 enfatiza la explicación científica; C2 amplía las mediaciones interdisciplinares.
	Niveles	Atómico, molecular, eléctrico, metabólico y ecosistémico; tránsito macro-ecosistémico.	Macroscópico, multiparticulado, molecular y ecosistémico; tránsito macro-ecosistémico.	C1: UR 16:1 4-9. C2: UR 19:2 7-7; 19:4 12-12; 19:7 18-18.	Similitud: complejización multiescalar y tránsito hacia lo ecosistémico. Diferencia: C1 articula desde la química; C2, desde lo global-vital.
	Dimensiones	Composición/estructura, energía y cambio temporal; incorporación histórico-temporal.	Temporalidad, composición/estructura, energía y cambio.	C1: UR 14:12 230; 18:6 36-36. C2: UR 17:13 253-260; 19:7 18-18.	Similitud: composición, estructura, energía y cambio temporal. Diferencia: integración simultánea y nuevas dimensiones en C1; secuenciación comprensiva en C2.
Fuentes y criterios de selección	Tipos	Artículos científicos, proyectos, noticias, tecnologías, profesor y estudiantes.	Videos, noticias, documentales, talleres, tareas, experiencia cotidiana y literatura científica escolar.	C1: UR 4:39; 14:12 230; 18:6 36-36. C2: UR 5:21; 19:3 10-10.	Similitud: diversificación de fuentes. Diferencia: C1 parte principalmente de fuentes científicas; C2, de recursos accesibles.
	Perspectiva ontológica	Fuente científica como verdad inicial; mediación escolar y construcción plural entre actores.	Fuente experiencial y mediación fenomenológica escolar.	C1: UR 4:39; 18:6 36-36. C2: UR 5:21; 19:4 12-12.	Similitud: pluralismo ontológico de las fuentes. Diferencia: autoridad científica en C1 y pertinencia estudiantil en C2.
	Aproximaciones	Científica, contextual y conceptual; proyectos.	Contextual, lúdica y cotidiana; científica, conceptual y proyectual.	C1: UR 4:39; 14:12 230. C2: UR 5:21; 19:3 10-10.	Similitud: articulación de fuentes científicas, contextuales y proyectuales. Diferencia: C1 transforma lo especializado; C2 profundiza desde lo accesible.

Categoría	Subcategoría	Caso 1: ND - NA - NR	Caso 2: ND - NA - NR	UR representativas	Similitudes y diferencias
Referentes epistemológicos	Niveles	Ecosistémico, molecular, eléctrico y atómico.	Macroscópico, ecosistémico y multiparticulado.	C1: UR 4:39; 18:6 36–36. C2: UR 19:4 12–12; 19:5 14–14.	Similitud: avance hacia mayor complejidad. Diferencia: C1 privilegia niveles químicos; C2 selecciona los niveles según su accesibilidad.
	Dimensiones	Composición/estructura, energía y cambio temporal; dimensión histórico-temporal.	Temporalidad, composición/estructura, energía y cambio.	C1: UR 14:12 230; 18:6 36–36. C2: UR 19:3 10–10; 19:4 12–12.	Similitud: selección multidimensional. Diferencia: diversidad de procedencias en C1 y adecuación al estudiante en C2.
	Tipos	Científicos, históricos, políticos, ambientales y fenomenológicos.	Cotidianos, empíricos, científicos, históricos, ambientales, interdisciplinarios, interculturales y narrativos.	C1: UR 4:43; 18:2 18–22; 18:7 39–39. C2: UR 5:35; 19:8 21–21; 19:9 25–25.	Similitud: pluralización de referentes. Diferencia: C1 se expande desde la ciencia; C2, desde la experiencia y el contexto.
	Perspectiva ontológica	Realismo científico y pluralidad de realismos.	Realismo cotidiano y situado; realismo científico funcional y pragmatismo.	C1: UR 4:43; 18:7 39–39. C2: UR 5:35; 19:5 14–14.	Similitud: pluralidad de realismos. Diferencia: el realismo científico se recentra en C1; en C2, lo real se regula por su funcionalidad.
Referentes epistemológicos	Aproximaciones	Científica, histórica, política y ambiental.	Experiencial, contextual, funcional, ambiental, interdisciplinar e intercultural.	C1: UR 18:2 18–22; 18:7 39–39. C2: UR 5:35; 19:8 21–21; 19:9 25–25.	Similitud: apertura contextual y ambiental. Diferencia: centralidad científica en C1 e integración intercultural en C2.
Referentes epistemológicos	Niveles	Molecular, atómico, eléctrico y ecosistémico.	Macroscópico y ecosistémico.	C1: UR 4:43. C2: UR 5:35; 19:5 14–14; 19:6 16–16.	Similitud: progresión entre niveles y presencia de lo ecosistémico. Diferencia: C1 emplea más niveles químicos; C2 privilegia lo macroscópico.
	Dimensiones	Composición/estructura, energía y cambio temporal; dimensión histórico-política.	Temporalidad, composición/estructura, energía, cultura y ambiente.	C1: UR 18:7 39–39. C2: UR 19:8 21–21; 19:9 25–25.	Similitud: multidimensionalidad e incorporación histórico-temporal. Diferencia: ciencia y política en C1; cultura y ambiente en C2.
Criterios de Validación	Tipos	Coherencia científica, funcionalidad, participación, comprobación, argumentación y comunicabilidad.	Flexibilidad, relevancia vital y contextual, comprensión pública de la ciencia y participación.	C1: UR 4:5; 18:4 30–30; 18:6 36–36. C2: UR 5:49; 5:50; 19:1 5–5.	Similitud: ampliación de la validez escolar. Diferencia: coherencia científica en C1 y apropiación en C2.
	Perspectiva ontológica	Validez científica, plural y relacional; construcción escolar con centralidad química.	Validez situada hospitalaria; conocimiento comprensible y verdad escolar progresiva.	C1: UR 4:5; 18:4 30–30. C2: UR 5:50; 19:1 5–5.	Similitud: validez situada. Diferencia: estabilización química en C1 e inteligibilidad en C2.

Categoría	Subcategoría	Caso 1: ND - NA - NR	Caso 2: ND - NA - NR	UR representativas	Similitudes y diferencias
Finalidades	Aproximaciones	Científica, conceptual, contextual, política, ambiental y proyectual.	Contextual, científica gradual e investigativa.	C1: UR 4:5; 18:6 36–36. C2: UR 5:49; 5:50; 19:6 16–16.	Similitud: articulación de lo científico con otras aproximaciones. Diferencia: comprobación en C1 e investigación estudiantil en C2.
	Niveles	Tránsito de lo macroscópico, sustentado en lo molecular y eléctrico, hacia lo ecosistémico.	Tránsito entre lo macroscópico y lo ecosistémico.	C1: UR 4:5; 18:4 30–30. C2: UR 19:4 12–12.	Similitud: tránsito hacia lo ecosistémico. Diferencia: C1 busca inteligibilidad mediante niveles químicos; C2 privilegia niveles más asequibles.
	Dimensiones	Composición/estructura, energía y cambio temporal; dimensión histórico-temporal.	Temporalidad, composición/estructura, energía y cambio.	C1: UR 18:4 30–30; 18:6 36–36. C2: UR 19:1 5–5; 19:6 16–16.	Similitud: preocupación por los cambios del «agua» en su composición y estructura. Diferencia: mayor énfasis histórico en C1.
	Tipos	Alfabetización científica; formación ambiental, política, cotidiana, crítica, humana, ecológica y social.	Comprensión y cuidado; alfabetización cotidiana y ecosistémica; formación integral.	C1: UR 14:12 230; 18:4 30–30; 18:8 45–46. C2: UR 5:59; 19:6 16–16.	Similitud: formación científica, ambiental e integral. Diferencia: transformación social en C1 y formación integral en C2.
	Perspectiva ontológica	«Agua» como entidad científica, política, ambiental, vital, ecológica y estratégica.	«Agua» como fuente de vida, realidad cotidiana y objeto de formación científica.	C1: UR 18:9 48–48. C2: UR 5:59; 19:7 18–18.	Similitud: reconocimiento vital y ambiental. Diferencia: entidad estratégica con base científica en C1 y entidad vital-cotidiana en C2.
	Aproximaciones	Científica y curricular; proyectos ambientales y políticos; formación crítica y contextual.	Vital, cotidiana, experiencial, ecosistémica, histórica, interdisciplinar e intercultural.	C1: UR 14:12 230; 18:4 30–30. C2: UR 19:8 21–21; 19:9 25–25.	Similitud: contextualización de los propósitos. Diferencia: formación política en C1 e integración interdisciplinar en C2.
	Niveles	Molecular, atómico, eléctrico y ecosistémico.	Macroscópico y ecosistémico.	C1: UR 18:8 45–46; 18:10 51–53. C2: UR 19:6 16–16; 19:7 18–18.	Similitud: progresión hacia niveles complejos. Diferencia: C1 profundiza en niveles químicos; C2 avanza gradualmente desde lo macroscópico.
	Dimensiones	Composición/estructura, energía y cambio temporal; dimensión histórico-política.	Temporalidad, composición/estructura, energía, experiencia e interdisciplinariedad.	C1: UR 18:9 48–48; 18:10 51–53. C2: UR 19:7 18–18; 19:8 21–21; 19:9 25–25.	Similitud: finalidades multidimensionales relacionadas con el cambio del «agua». Diferencia: orientación político-estratégica en C1 y vital-interdisciplinar en C2.

Caso 2. Las fuentes se seleccionan según su accesibilidad, pertinencia y potencial de profundización. Los videos, las noticias y los documentales funcionan como mediaciones fenomenológicas y contextuales (UR 5:21), mientras los talleres, las tareas y las experiencias cotidianas abren el tránsito hacia niveles macroscópicos, multiparticulados y ecosistémicos. En el NR, el profesor reconoce que las fuentes deben ser comprensibles y conducir gradualmente hacia la investigación y la literatura científica escolar, evitando que la actividad permanezca en un tratamiento meramente folclórico (UR 19:3 | 10–10). Los criterios psicológicos, didácticos y contextuales de Cárdenas Navas (2021, pp. 296, 315, 483) explican esta gradualización. Garritz (2011) y Magnusson et al. (1999) permiten comprenderla como transformación de contenidos y representaciones para estudiantes concretos, especialmente relevante en el aula hospitalaria.

Descripción del bucle de Fuentes y Criterios de Selección

Caso 1: artículos científicos → noticias, proyectos y tecnologías → pluralización de las fuentes y de la verdad escolar → emergencia de nuevos niveles y dimensiones → revisión de los criterios de selección. Retroacción: la participación estudiantil y el contexto redefinen las fuentes válidas, aunque la comprensión científica del profesor conserva una función reguladora.

Caso 2: fuentes accesibles → comprensión inicial → incorporación científica gradual → fuentes de mayor profundidad → nueva selección situada. Retroacción: la respuesta y la evolución del estudiante determinan la fuente siguiente y el grado de profundización posible.

3. Categoría de referentes epistemológicos

Caso 1. En los niveles ND, NA y NR, los referentes epistemológicos configuran un pluralismo onto-epistémico con recentramiento científico. Los referentes químicos, biológicos, físicos, históricos, políticos, ambientales y fenomenológicos amplían la comprensión de los cambios del «agua» en el tiempo, su estructura y sus propiedades; además, articulan niveles moleculares, atómicos, eléctricos y ecosistémicos (UR 4:43). En el NR, el profesor vincula esta apertura con su trayectoria formativa (UR 18:2 | 18–22) y cuestiona la hegemonía científica occidental mediante la integración de lo ontológico y lo epistemológico (UR 18:7 | 39–39). Ibáñez Córdoba (2025, p. 172) permite interpretar esta configuración como una integración transformadora de referentes. Desde Martínez Rivera (2017), dicha integración también produce mundos escolares particulares. En el caso 1, la ciencia deja de ser un referente exclusivo, aunque conserva una autoridad alta y provisional para organizar la pluralidad.

Caso 2. Los referentes epistemológicos se construyen desde la experiencia del estudiante, el contexto y el conocimiento común, y se amplían hacia referentes científicos, históricos, ambientales, interdisciplinarios, interculturales y narrativos. La relación cotidiana con el «agua» constituye el punto inicial de la comprensión (UR 5:35), mientras el profesor reconoce que una estructura científica rígida puede alejar al estudiante (UR 19:5 | 14–14). Las cosmovisiones, la literatura, la escritura y otras disciplinas (UR 19:8 | 21–21; UR 19:9 | 25–25) reconfiguran el científicismo curricular y lo vuelven funcional. Ibáñez Córdoba (2025, p. 172) permite comprender que los referentes se reorganizan según su pertinencia frente al

problema y al sujeto. Cárdenas Navas (2021, pp. 420–421) ayuda a precisar que la pluralidad puede conservar rigor cuando el lenguaje científico opera como recurso de profundización y comunicación dentro de una arquitectura situada.

Descripción del bucle de Referentes Epistemológicos

Caso 1: núcleo científico occidental → apertura histórica, política, ambiental y ontológica → pluralidad onto-epistémica → cuestionamiento de la hegemonía científica → recentramiento científico provisional. Retroacción: la pluralidad reubica la ciencia como referencia de alta autoridad, aunque deja de ser exclusiva.

Caso 2: experiencia y contexto → ampliación interdisciplinar e intercultural → construcción de sentido → ingreso selectivo del lenguaje científico → nueva comprensión contextual. Retroacción: la pertinencia y la inteligibilidad regulan la incorporación de referentes científicos y su profundidad.

4. Categoría de criterios de validación

Caso 1. Los criterios de validación se amplían desde la coherencia científica hacia una validez plural, histórica, argumentada y comunicable; las aproximaciones científicas se relacionan con referentes políticos, ambientales y contextuales. En el ND, la perspectiva científicista busca establecer un conocimiento escolar riguroso y metódico sobre el «agua», mientras el pluralismo onto-epistémico introduce criterios de funcionalidad (UR 4:5). En el NA, la participación, la comprobación y las aproximaciones contextuales amplían la suficiencia del criterio científico e incorporan el conocimiento común. En el NR, el profesor sostiene que la validez depende de la construcción y de sus formas de validación (UR 18:4 | 30–30), y añade comunicabilidad, inteligibilidad, coherencia y funcionalidad (UR 18:6 | 36–36). Cárdenas Navas (2021, pp. 457–458) fundamenta la participación de profesores, estudiantes y otros actores; Ibáñez Córdoba (2025, p. 182) relaciona la validez con la negociación y el enriquecimiento de saberes; y Shulman (1986) aporta el criterio de representación comprensible. Estas condiciones orientan las decisiones sobre niveles y dimensiones, que en este caso mantienen una base científica cercana a la propuesta de Talanquer (2011).

Caso 2. Los criterios de validación se organizan alrededor de la relevancia vital y contextual, la comprensión pública de la ciencia y el carácter situado del conocimiento (UR 5:49; UR 5:50). La perspectiva ontológica plural reevalúa la verdad y la sitúa en un plano funcional (Rubiano Arévalo, 2017). En el NR, la inteligibilidad, la coherencia y la funcionalidad adquieren un papel central: el conocimiento es válido cuando el estudiante puede comprenderlo y utilizarlo (UR 19:1 | 5–5), y la profundidad científica se ajusta a su evolución (UR 19:4 | 12–12). La formación científica permanece como finalidad relevante, pero se pluraliza mediante criterios de apropiación, participación e investigación (UR 19:6 | 16–16). Cárdenas Navas (2021, pp. 457–458) e Ibáñez Córdoba (2025, p. 182) permiten interpretar esta validación como una construcción situada y progresiva. Los criterios de validación orientan otras categorías, aunque estas conservan autonomía relativa dentro del sistema.

Descripción del bucle de Criterios de Validación

Caso 1: coherencia científica inicial → mediación contextual y ambiental → comunicabilidad, inteligibilidad y funcionalidad → revisión de niveles y dimensiones → nueva validación. Retroacción: las dificultades de comprensión obligan a revisar el rigor químico y las mediaciones empleadas.

Caso 2: relevancia vital y contextual → inteligibilidad y apropiación → participación, experimentación y agencia → ajuste de la profundidad científica → nueva validación situada. Retroacción: la comprensión y la acción del estudiante regulan el rigor y reorganizan los criterios de validez.

5. Categoría de Finalidades

Caso 1. En los niveles ND, NA y NR, las finalidades articulan alfabetización científica, formación ambiental, política, humana, crítica y ecológica. Los proyectos trasladan estos propósitos a situaciones territoriales concretas (UR 14:12 | 230). En el NR, el profesor reconoce la dimensión política de la actividad humana y de la profesión docente (UR 18:4 | 30–30), y ubica a profesores y estudiantes como sujetos participativos en la sociedad (Cárdenas Navas, 2021, p. 151). El «agua» se configura como entidad vital, ecológica, científica y estratégica para la ciudad y para la formación integral de ciudadanos (UR 18:9 | 48–48). Estas finalidades orientan la selección de niveles y dimensiones del CKS (Talanquer, 2011) y favorecen la incorporación del nivel ecosistémico.

El tránsito del «agua» entre niveles y dimensiones se orienta mediante estas finalidades. El caso 1 inicia en lo macroscópico y avanza hacia sofisticaciones moleculares y eléctricas, con el propósito de construir explicaciones complejas y sustentar juicios participativos (Sevian & Talanquer, 2014; UR 14:12 | 230; UR 18:8 | 45–46). Las aproximaciones contextualizadas adquieren una función rectora sobre las demás categorías del CPPQ. Ibáñez Córdoba y Fonseca Amaya (2025, p. 5746) destacan la potencia formativa de las situaciones contextualizadas, mientras Rubiano Arévalo y Martínez Rivera (2021) permiten interpretar las finalidades como orientaciones que complejizan el conocimiento profesional (UR 18:10 | 51–53).

Caso 2. Las finalidades parten de la vida, el cuidado y la comprensión del recurso en el contexto hospitalario, y se proyectan hacia una formación integral. La conciencia del «agua» como condición de existencia constituye el horizonte inicial del CPPQ (UR 5:59). El profesor acerca la ciencia al conocimiento común mediante aproximaciones interdisciplinarias e interculturales (UR 19:8 | 21–21; UR 19:9 | 25–25). La dimensión temporal vincula origen, vida, presente y futuro con la composición y estructura del «agua» antes de introducir explicaciones moleculares (UR 19:7 | 18–18). Esta trayectoria favorece la emergencia del nivel ecosistémico y amplía la comprensión de la entidad.

Este resultado muestra que la complejización del CPPQ se activa mediante la experiencia cotidiana, el interés y la participación estudiantil y ciudadana, que reorganizan las características ontológicas del conocimiento profesional (Fonseca Amaya, 2018). Ibáñez Córdoba y Fonseca Amaya (2025, p. 5746) refuerzan la idea de que las finalidades orientan los tránsitos y retroacciones del conocimiento del profesor. En el caso 2, estas relaciones se

organizan alrededor de la pertinencia contextual, la inteligibilidad y las condiciones particulares del aula hospitalaria.

Descripción del bucle de Finalidades

Caso 1: alfabetización científica → formación ambiental, política y humana → proyección crítica y ecológica → reorganización de las categorías → nuevas prioridades formativas. Retroacción: las restricciones institucionales y curriculares reajustan las finalidades sin anular su orientación transformadora.

Caso 2: vida, cuidado y contexto → confianza e interés → agencia y profundización científica → integración interdisciplinar e intercultural → nueva formación integral. Retroacción: la pertinencia vital crea las condiciones para profundizar la ciencia y reorientar el propósito formativo.

Síntesis comparativa de las trayectorias ND - NA – NR

La columna de similitudes y diferencias de la Tabla 1 permite reconocer una base común y dos direcciones de diferenciación entre los casos. En ambos se pluralizan los tipos de contenidos, las fuentes y los referentes; el «agua» adquiere modos de existencia científicos, vitales, ambientales y ecosistémicos. Los niveles macroscópicos y ecosistémicos se articulan con las dimensiones de composición, estructura, energía y cambio temporal. Los criterios de validación examinan la integración y transformación de los referentes mediante inteligibilidad, coherencia, comunicabilidad y funcionalidad. Finalmente, las finalidades amplían la alfabetización científica hacia la formación ambiental, crítica e integral. Estas convergencias muestran configuraciones particulares, diferenciadas, complejas y abiertas a la complejización.

Las diferencias se explican por los centros de activación de cada caso. En el caso 1, los contenidos parten de la ciencia; las fuentes conservan una autoridad especializada que posteriormente se pluraliza; los referentes retornan al realismo científico como principio de cohesión; la validación mantiene la coherencia química como estabilizador; y las finalidades adquieren una orientación política y estratégica. Su trayectoria se expresa así: ciencia → apertura integradora → complejización → recentramiento científico transformado → nueva apertura. En el caso 2, los contenidos parten del contexto vital; las fuentes avanzan desde la accesibilidad hacia la literatura científica; los referentes se organizan desde la experiencia y la funcionalidad; la validez depende de la inteligibilidad; y las finalidades priorizan el cuidado y la formación integral. Su trayectoria se expresa así: contexto → inteligibilidad → interés y agencia → profundización científica gradual → nueva contextualización.

Conclusiones

En primer lugar, los casos presentan configuraciones diferenciadas del CPPQ sobre el «agua». En el caso 1, las aperturas históricas, cotidianas, políticas y ecosistémicas se organizan alrededor de una fuerte gravitación científica, que opera como principio de cohesión y validez. En el caso 2, el pluralismo es operativo y situado: el contexto hospitalario,

la experiencia y la pertinencia didáctica estructuran el sistema, mientras el conocimiento científico ingresa gradualmente según la comprensión y la agencia estudiantil.

En segundo lugar, el contraste evidencia un pluralismo ontológico y onto-epistémico. Los dos casos producen modos particulares de comprender y hacer existir el «agua» escolar, relacionados con las condiciones del aula regular y del aula hospitalaria, la funcionalidad y los procesos de escolarización. La configuración onto-epistémica del CPPQ adopta, por tanto, formas particulares, diferenciadas, complejas y complejizables, y ofrece una vía de acceso a la dimensión ontológica dentro de la tradición CPP/CE.

En tercer lugar, las categorías principales funcionan como sistemas en interacción intra e intercategorial. Su despliegue en Tipos, Perspectiva Ontológica, Aproximaciones, Niveles y Dimensiones hace visible la organización retroactiva del CPPQ sobre el CE acerca del «agua». En el caso 1, la retroacción relaciona la apertura contextual con el recentramiento científico; en el caso 2, vincula el contexto con la adecuación a las trayectorias estudiantiles. Estas relaciones orientan el sistema sin anular la autonomía relativa de cada categoría y generan nuevas posibilidades de complejización.

En cuarto lugar, los resultados sugieren una jerarquización funcional de las categorías: Finalidades → Criterios de Validación → Referentes Epistemológicos → Fuentes y Criterios de Selección → Contenidos. Las finalidades orientan los propósitos formativos; los criterios de validación regulan la legitimidad; los referentes aportan marcos de comprensión; las fuentes median la selección; y los contenidos concretan lo enseñable. Esta jerarquización no constituye una subordinación rígida, pues las retroacciones reconfiguran el conjunto según las condiciones particulares de cada contexto.

Finalmente, el artículo aporta a la formación de profesores y a la investigación en didáctica de las ciencias al mostrar que la arquitectura onto-epistémica permite comprender las tensiones entre científicidad, contexto, verdad, funcionalidad, reflexión y escolarización. Los resultados invitan a promover configuraciones críticas, plurales y reflexivas del conocimiento escolar en la preparación del profesorado. Esta perspectiva puede fortalecer la capacidad docente para responder de manera integral y contextualizada a su entorno profesional, y evitar la reducción del conocimiento del profesor y del conocimiento escolar a la rigidez curricular o al conocimiento científico disciplinar.

Referencias

- Bardin, L. (1977). *L'analyse de contenu*. Presses Universitaires de France.
- Cárdenas Navas, A. M. (2021). *El conocimiento escolar en los lineamientos curriculares, estándares básicos de competencias y derechos básicos del aprendizaje para el área de ciencias naturales en Colombia: Estudio de caso* [Tesis doctoral, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional de la Universidad Distrital.
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/29299>
- Flick, U. (2018). *Doing triangulation and mixed methods*. SAGE.
- Fonseca Amaya, G. (2018). Los ejes DOC: Una estrategia conceptual y metodológica en la construcción del conocimiento profesional del profesor. *Revista Científica*, 31(1), 68–84.
<https://doi.org/10.14483/23448350.12432>

- Fonseca Amaya, G., & Martínez Rivera, C. A. (2020). El conocimiento profesional del profesor: Una construcción desde la integración/transformación de referentes académicos y experienciales. El caso de un futuro profesor de biología. En A. Molina (Ed.), *Investigación y formación de profesores de ciencias: Diálogos de perspectivas latinoamericanas* (pp. 131–159). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Galicia Alarcón, L. A., Balderrama Trápaga, J. A., & Edel Navarro, R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: Propuesta de una herramienta virtual. *Apertura*, 9(2), 42–53.
<https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.993>
- Garritz, A. (2011). Conocimiento didáctico del contenido: Mis últimas investigaciones. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, número extraordinario, 43–45.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (Eds.). (2009). *Multiple representations in chemical education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>
- Ibáñez Córdoba, S. X. (2025). *El conocimiento profesional del profesor de química en formación inicial en torno al conocimiento escolar sobre cambio químico en el contexto de las prácticas pedagógicas y didácticas: Estudio de caso en la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)* [Tesis doctoral, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional de la Universidad Distrital.
- Ibáñez Córdoba, S. X., & Fonseca Amaya, G. (2025). Finalidades del conocimiento escolar sobre el cambio químico: Estudio desde la práctica pedagógica del profesorado de química en formación inicial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 5729–5751.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19190
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and microchemistry. *School Science Review*, 64(227), 377–379.
- Kant, I. (2005). *Crítica de la razón pura* (P. Ribas, Trad.). Taurus. (Obra original publicada en 1781; 2.ª ed., 1787).
https://docs.enriquedussel.com/txt/Textos_200_Obras/Aime_zapatistas/C.Razon_pura-Immanuel_Kant.pdf
- Lombardi, O., & Labarca, M. (2005). The ontological autonomy of the chemical world. *Foundations of Chemistry*, 7(2), 125–148. <https://doi.org/10.1007/s10698-004-0980-6>
- Lombardi, O., & Pérez Ransanz, A. R. (2011). Lenguaje, ontología y relaciones interteóricas: En favor de un genuino pluralismo ontológico. *Arbor*, 187(747), 43–52.
<https://doi.org/10.3989/arbor.2011.747n1005>
- Lombardi, O., & Pérez Ransanz, A. R. (2012). *Los múltiples mundos de la ciencia: Un realismo pluralista y su aplicación a la filosofía de la física*. Siglo XXI Editores; Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lyle, J. (2003). Stimulated recall: A report on its use in naturalistic research. *British Educational Research Journal*, 29(6), 861–878. <https://doi.org/10.1080/0141192032000137349>
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95–132). Kluwer Academic Publishers.
- Martínez Rivera, C. A. (2017). *Ser maestro de ciencias: Productor de conocimiento profesional y de conocimiento escolar*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
<https://doi.org/10.14483/9789585434424>
- Martínez Rivera, C. A., & Valbuena Ussa, E. O. (Comps.). (2013). *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar: Resultados de investigación*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Martínez Rivera, C. A., Valbuena Ussa, E. O., Molina Andrade, A., & Hederich Martínez, C. (2013). Complementando las perspectivas cualitativa y cuantitativa en pos de la caracterización del conocimiento profesional de los profesores de primaria sobre el conocimiento escolar de ciencias. En C. A. Martínez Rivera & E. O. Valbuena Ussa (Comps.), *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar: Resultados de investigación* (pp. 35–54). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/direccion-integral-de-recurso-hidrico/politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares: Ciencias naturales y educación ambiental*. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-89869.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-116042.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje: Ciencias naturales* (V. 1). https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Naturales-min.pdf
- Morin, E. (2005). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Porlán, R., Rivero, A., & Martín del Pozo, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En F. J. Perales Palacios & P. Cañal de León (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 507–533). Marfil.
- Reyes Roncancio, J. D. (2016). *Conocimiento didáctico del contenido en el profesor de física en formación inicial: La enseñanza del campo eléctrico*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://doi.org/10.69740/UD.9789588972251.9789587878684>
- Rubiano Arévalo, D. A. (2017). *La concepción estructural del enlace químico: Aportes a la didáctica de la química* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional].
- Rubiano Arévalo, D. A. (2021). La perspectiva ontológica en el conocimiento profesional del profesor de química: Un análisis bibliométrico de las publicaciones registradas en bases de datos especializadas. *Revista Electrónica EDUCyT*, 11(Extra), 1253–1264. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/128>
- Rubiano Arévalo, D. A., & Martínez Rivera, C. A. (2021). La perspectiva ontológica en la enseñanza de la química y el conocimiento profesional del profesor: Un análisis bibliométrico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, número extraordinario, 2449–2457. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15575>
- Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: A learning progression on chemical thinking. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(1), 10–23. <https://doi.org/10.1039/C3RP00111C>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>

Apéndice A

Unidades de registro representativas de las configuraciones onto-epistémicas

Tabla A1

Fragmentos empíricos principales y función analítica

Categoría y caso/nivel	UR	Fragmento representativo	Función analítica
Contenidos C1 – NA	UR 16:1 4–9	“Es un compuesto que puede tener alta relevancia para todas las formas orgánicas... hace parte de los procesos metabólicos... y constituye la base de todos los ecosistemas”.	Apertura vital, metabólica y ecosistémica desde el núcleo químico.
Fuentes y criterios C1 – ND	UR 4:39	“Mis principales fuentes de acceso son artículos... cuando tengo unos artículos que son la base de mi proyecto... empiezo a buscar otro tipo de fuentes alternativas”.	La fuente científica inicia una selección que después se pluraliza.
Referentes epistemológicos C1 – NR	UR 18:7 39–39	“Reconocer al ser” ... cuestionar el exclusivismo occidental e “integrar lo ontológico con lo epistemológico”.	Pluralización de tradiciones con recentramiento científico provisional.
Criterios de validación C1 – NR	UR 18:4 30–30	“Lo que importa es la construcción y la forma de la validación de la ciencia”.	La validez se desplaza hacia la construcción, la argumentación y la revisión.
Finalidades C1 – NR	UR 18:4 30–30	“Absolutamente cualquier actividad humana es una actividad política”.	La formación científica se proyecta hacia lectura crítica y transformación social.
Contenidos C2 – NA	UR 17:13 253–260	“Si toda el agua del planeta mañana es sólida, ¿qué pasaría con la vida en la Tierra?”.	La problematización vital articula estados del agua y nivel ecosistémico.
Fuentes y criterios C2 – NR	UR 19:3 10–10	“Yo pensaría que, de pronto, como las fuentes” ... usar materiales “digeribles” y evitar que el aprendizaje se vuelva “muy folclórico”.	La accesibilidad se regula para conservar profundidad científica.
Referentes epistemológicos C2 – ND	UR 5:35	“Trato de que el estudiante vaya a su contexto primero, mire cómo se ha relacionado con el tema y ahí sí yo intervengo... con material”.	La experiencia contextual antecede la intervención científica y mediática.
Criterios de validación C2 – NR	UR 19:1 5–5	Que el conocimiento sea “lo más aceptable”, que no resulte “ladrilludo” y que el estudiante pueda “digerirlo muy fácilmente”.	La inteligibilidad y la apropiación regulan la profundidad científica.
Finalidades C2 – NR	UR 19:7 18–18	“Todo tiene que ver con todo” y “todo está enlazado”.	Comprensión histórica y sistémica del agua antes de la densificación molecular.

Nota. ND = nivel declarativo; NA = nivel de acción; NR = nivel de reflexión; C1 = Caso 1; C2 = Caso 2. Los puntos suspensivos indican omisiones internas para condensar los fragmentos. Una misma UR puede aportar a más de una categoría cuando expresa relaciones intra e intercategoriales.