

“La materia está constituida por el colectivo”: una clase de química en el contexto de la formación inicial de docentes indígenas

“Matter is constituted by the collective”: a chemistry class in the context of the initial training of indigenous teachers

Fernando César Silva¹

Resumen

Una Educación Química integrada con los saberes indígenas debe valorar el territorio, reconocer las prácticas sociales de cada grupo étnico y promover la justicia y la dignidad. Este trabajo relata una experiencia en una clase de Química sobre la constitución de la materia, impartida en el curso de Formación Intercultural de Educadores Indígenas, en el área de Ciencias de la Vida y Naturales de una universidad brasileña. En la actividad, indígenas de distintos grupos crearon dibujos para expresar sus explicaciones sobre la constitución de la materia, ampliando la comprensión de la teoría atómica y mostrando la relación compleja entre seres vivos y no vivos. De este modo, el conocimiento indígena se vinculó a la Educación Química, problematizando la relación entre humanos y materiales, y promoviendo la diversidad, inclusión y sostenibilidad. Este relato puede ser útil para docentes e investigadores interesados en métodos de enseñanza de la Química en contextos interculturales.

Palabras clave: Educación Química intercultural, saberes indígenas, enseñanza de la química, diversidad, sostenibilidad, formación de docentes indígenas.

Abstract

Chemistry education integrated with indigenous knowledge must value the territory, recognize the social practices of each ethnic group, and promote justice and dignity. This paper describes an experience in a chemistry class on the constitution of matter, taught in the Intercultural Training of Indigenous Educators course in the Life and Natural Sciences program at a Brazilian university. In the activity, indigenous students from different groups created drawings to express their explanations of the constitution of matter, enhancing the understanding of atomic theory and illustrating the complex relationship between living and non-living entities. In this way, indigenous knowledge was linked to chemistry education, problematizing the relationship between humans and materials and promoting diversity, inclusion, and sustainability. This report may be useful for teachers and researchers interested in chemistry teaching methods in intercultural contexts.

Keywords : Intercultural chemistry education, indigenous knowledge, chemistry teaching, diversity, sustainability, training of indigenous teachers.

CÓMO CITAR:

Silva, F. C. (2025, noviembre). “La materia está constituida por el colectivo”: una clase de química en el contexto de la formación inicial de docentes indígenas. *Educación Química*, 36(Número especial). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2025.4.91780e>

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

Introducción

El concepto actual de materia se considera uno de los mayores logros de la investigación científica, representando un largo recorrido que abarca desde las preguntas planteadas durante el nacimiento de la filosofía en la Antigua Grecia hasta los recientes avances en Física y Química Cuántica (Evangelisti, 2023). Sin embargo, esta historia se ha narrado desde una perspectiva eurocéntrica, ignorando las contribuciones de otros pueblos durante el proceso de proposición, comunicación, evaluación y legitimación de la teoría atómica. Por ejemplo, aunque aún no se ha confirmado, existen escritos fechados entre los siglos VI y II a. C. que plantean la posibilidad de que Demócrito aprendiera la teoría atómica de filósofos hindúes durante una posible visita a la India (Sosnowski, 2005).

En los libros de texto, la presentación del desarrollo de la teoría atómica enfatiza una concepción simplista y lineal de la ciencia, tratándola como un esfuerzo individual (Moura y Guerra, 2016). Sin embargo, según estos autores, un estudio más profundo de la historiografía de la ciencia contemporánea revela que el proceso de desarrollo de modelos atómicos a finales del siglo XIX y principios del XX fue mucho más complejo de lo que se suele presentar. Además, la enseñanza de la teoría atómica se considera un reto inmenso. Por lo tanto, es fundamental que los cursos de formación inicial de profesores fomenten debates sobre la complejidad de este tema, incluyendo el proceso de desarrollo de la teoría atómica y las dificultades que enfrentan los estudiantes en su proceso de aprendizaje (Melo y Neto, 2013).

En este relato de experiencia, centrado en la formación inicial de profesores en un contexto intercultural indígena, se aborda una situación docente que implica debates iniciales sobre la teoría atómica. La educación intercultural en el contexto indígena implica la creación de un proceso educativo dialógico, ya sea recuperando la memoria de tradiciones oprimidas en la historia de su universo cultural o enriqueciendo el horizonte mediante el encuentro con tradiciones de otras culturas, como las científicas (Valladares, 2021a). Por lo tanto, es necesario ser conscientes de que el conocimiento de estos docentes y el aprendizaje que construyen pueden vincularse de forma mucho más compleja con la cosmología de su pueblo. Esta particularidad, al mismo tiempo que dificulta la comprensión de este contexto, posiciona a quienes participan en esta formación como aprendices del mundo de los otros (Silveira y Mortimer, 2011).

La formación de docentes indígenas en Brasil se estableció para satisfacer la demanda de estos profesionales en las escuelas indígenas. Se guía por el respeto a la organización sociopolítica y territorial de los pueblos, la valoración de las lenguas indígenas y la promoción de la interculturalidad (Brasil, 2015; Rosa y Lopes, 2018). La formación inicial debe llevarse a cabo en cursos específicos de pregrado ofrecidos por las universidades, considerando las particularidades de los más de 305 pueblos indígenas del país (Rosa y Lopes, 2018). Estos cursos de pregrado se organizan en cuatro áreas principales, con algunas variaciones en la denominación según la universidad: Ciencias Sociales; Lenguas, Artes y Literatura; Matemáticas; y Ciencias Naturales.

Los docentes indígenas con formación en Ciencias Naturales están cualificados para impartir Biología, Física y Química en escuelas indígenas. La capacitación de estos profesionales va más allá de la formación técnica, valorando las aspiraciones específicas de cada grupo étnico y sus comunidades (Rosa y Lopes, 2018). Los currículos de estos

cursos pueden organizarse temáticamente para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos de las diversas áreas del conocimiento escolar. Se busca un enfoque interdisciplinario, transversal y contextualizado, considerando las realidades de las comunidades indígenas (Brasil, 2015). Además, estos programas priorizan la formación política de los futuros docentes, lo que incluye la participación de académicos y líderes indígenas (Rosa y Lopes, 2018).

Aunque la formación de profesores indígenas en Ciencias Naturales está consolidada en varias universidades brasileras, hay una carencia de estudios interculturales, especialmente en el área de Química (Monteiro y Zuliani, 2020). Estos estudios son aún más escasos en el ámbito de la teoría atómica. Silveira y Mortimer (2011) investigaron las relaciones entre los conocimientos del grupo étnico Maxakali y el concepto científico de transformación de la materia en clases de un curso de formación de profesores de Ciencias Naturales. Según estos autores, identificaron tres tipos de explicaciones para lo que serían las transformaciones químicas de los materiales: i) una explicación que se aparta de la Química —atribuye la transformación a la acción de los espíritus. Para los Maxakali, la vida y los acontecimientos naturales están intrínsecamente ligados a las relaciones entre los seres humanos y estos espíritus; ii) una explicación que converge con la Química —basada en aspectos materiales y energéticos. En algunas actividades cotidianas de los Maxakali, como cocinar, sus explicaciones se acercaban más a las científicas, centrándose en asociaciones materiales (por ejemplo, el calor del fuego que transforma la carne); y iii) una explicación híbrida —combina las dos anteriores (Rosa y Lopes, 2018). Por lo tanto, Silveira y Mortimer (2011) concluyen que las situaciones cotidianas que facilitan la convergencia entre ambos pensamientos pueden utilizarse como una oportunidad para las clases de Química en contextos interculturales.

Al igual que en Brasil, México cuenta con varios pueblos indígenas y también ha enfrentado el reto de diseñar e implementar enfoques interculturales que sean sensibles y apropiados a la diversidad cultural del país (Valladares, 2011). En un estudio con pueblos indígenas mexicanos, Flores-López et al. (2020) desarrollaron una adaptación de la tabla periódica al náhuatl. Esta adaptación consideró tres criterios de traducción: la etimología directa del nombre del elemento, la etimología de las palabras de las que deriva el nombre y las características generales del elemento. Dicha adaptación, al considerar las particularidades del náhuatl, puede fomentar vocaciones científicas en estudiantes de pueblos indígenas (Flores-López et al., 2022).

La escasez de relatos sobre enfoques interculturales en las clases de Química, especialmente en el contexto de un curso de formación inicial para profesores indígenas, justifica este trabajo. Este relato busca describir la experiencia vivida durante una actividad sobre la constitución del concepto de materia en un curso de formación para docentes de Ciencias Naturales y de la Vida en una universidad pública brasilera. Por lo tanto, se espera que este relato contribuya a la Educación Química, promoviendo enfoques interculturales en un tema que a menudo presenta desafíos tanto para la enseñanza como para el aprendizaje.

Marco conceptual

Para los pueblos indígenas, la educación es un instrumento vital en la lucha por sus derechos y dignidad, ya que el legado del colonizador aún persiste, lo que dificulta su pleno

reconocimiento (Pataxoop y Pataxoop, 2020). Según estos autores indígenas, la educación actúa tanto como medio de defensa como para romper el proceso de colonización en curso. Las comunidades indígenas tienen derecho a una educación específica que respete sus formas de vida, permitiéndoles narrar su propia historia y cosmovisión. Esto, hasta ahora, era dominio exclusivo de autores no indígenas (Pataxoop y Pataxoop, 2020). Por lo tanto, los enfoques de la educación indígena requieren aprender del territorio que habitan, reconociendo y valorando las prácticas sociales de los pueblos indígenas (Valladares, 2023).

El concepto de territorio no solo abarca el espacio físico, sino que reside en su uso; es decir, es el espacio vivido, habitado y transformado por las prácticas sociales (Santos, 1998). Por lo tanto, según el autor, el territorio involucra objetos y acciones, siendo el escenario de relaciones sociales, relaciones de poder, tensiones y colectividades. La importancia del territorio no reside en su dimensión intrínseca, sino en su uso por parte de diferentes actores sociales (Santos, 1998). Así, el territorio es donde se desarrolla la vida de la comunidad originaria, que interactúa con base en la reciprocidad y la participación en actividades colectivas, tanto materiales como espirituales, para alcanzar objetivos comunes (Valladares, 2023).

Con estas ideas en mente, los cursos de formación intercultural para educadores indígenas en ciencias deben conectarse con los territorios, "afirmando los derechos de los pueblos indígenas, valorando su lengua, cultura y conocimientos tradicionales que se transmiten en las prácticas sociales cotidianas" (Braz y Valadares, 2021, p. 5). Así, en la Educación Científica, desde una perspectiva intercultural, la ciencia no se presenta como una imposición, sino como una opción más, sin que esto signifique la pérdida de la propia identidad (Valladares, 2021a). Sin embargo, ¿cómo podría lograrse esto en un curso de formación para docentes indígenas si todo su profesorado está compuesto por personas no indígenas?

Valladares (2021b), en diálogo con los aportes de León Olivé, filósofo mexicano que investigó las relaciones interculturales desde una filosofía de la ciencia con perspectiva crítica y latinoamericana, propuso cuatro tesis para interculturalizar la enseñanza de las ciencias:

i) Pluralización de la idea de ciencia: esta busca una comprensión crítica de la historia de la ciencia, considerando cómo el conocimiento de diferentes culturas (china, india, árabe, egipcia) fue indispensable para el surgimiento de la ciencia moderna, destacando sus raíces dialógicas. Además, se analizan las ciencias naturales a partir de sus interacciones con las ciencias sociales y las humanidades, lo que permite una visión conceptual amplia del conocimiento científico.

ii) Pluralización de la idea de conocimiento científico: esta busca comprenderlo como una práctica con características compartidas con otras formas de conocimiento, un proceso dinámico que se manifiesta en el acto de conocer y en las interacciones con el mundo. En esta perspectiva práctica, el conocimiento es indeterminado, posee una dimensión tácita (es decir, es difícil de formalizar, articular en palabras, reglas o procedimientos) y se manifiesta localmente en las prácticas sociales (Valladares y Olivé, 2015).

iii) Pluralización del currículo de ciencias: esta busca la construcción colaborativa de currículos interculturales, dialógicos, participativos, democráticos y respetuosos con la diversidad cultural. Implica que no basta construir currículos que solo presenten

las características de diversas culturas; es fundamental, sobre todo, comprender los significados que las acciones de estas culturas asumen en sus respectivos patrones y estar dispuestos a ser interpelados por estos significados y por los significados construidos en tales contextos (Fleuri, 2003; Braz y Valadares, 2020).

iv) Pluralización de la enseñanza de las ciencias: esta busca implementar las tesis anteriores en el aula, transformando las prácticas hegemónicas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, lo que incluye la formación docente y los materiales educativos. Esto implica, como se mencionó anteriormente, conectar con los territorios indígenas, recuperando formas específicas y locales de enseñanza y aprendizaje esenciales para evitar la pérdida de conocimientos y la erosión de las lenguas y culturas indígenas (Valladares, 2021b).

Estas tesis propuestas por Valladares (2021) pueden extrapolarse al contexto de la formación de docentes indígenas, ya que la Educación Científica Intercultural amplía el abanico de opciones de los futuros docentes. Esto permite que el conocimiento científico e indígena coexista y contribuya a sus expectativas y deseos (Valladares, 2011). De esta manera, se forma un docente capaz de adoptar lo mejor de la ciencia y, simultáneamente, preservar y valorar su propia cultura e identidad (Valladares, 2011; Braz y Valadares, 2021).

Metodología

Este relato de experiencia es el resultado de una actividad sobre la constitución de la materia, desarrollada en un curso de formación inicial para docentes indígenas en Ciencias Naturales y de la Vida en una universidad pública del sureste de Brasil. El Curso de Formación Intercultural para Educadores Indígenas se imparte en esta universidad desde 2009 con el objetivo de formar docentes indígenas, en formato de grado completo, con un enfoque intercultural para la docencia en los últimos años de la educación primaria y secundaria. El curso ofrece cuatro áreas de profundización: Lenguas, Artes y Literatura; Matemáticas; Ciencias Naturales y de la Vida; y Ciencias Sociales y Humanidades. Recientemente, la universidad también ofrece un curso de Pedagogía Intercultural.

El curso se estructura en torno a un eje temático común que recorre todas las titulaciones, con el tema integrador desarrollado a través del eje "La Escuela Indígena y sus Individuos". Además, existen ejes específicos centrados en la formación del profesorado indígena en cada titulación, considerando sus aspectos teóricos, conceptuales y metodológicos. El programa del curso se organiza mediante las siguientes actividades:

i) Seminarios Temáticos: con la participación de docentes y líderes indígenas de Brasil como invitados para debatir temas relacionados con la educación intercultural.

ii) Asignaturas: para profundizar en las áreas de conocimiento de cada habilitación.

iii) Prácticas Docentes: para reflexionar sobre experiencias en escuelas indígenas.

iv) Pasantías Curriculares: para intercambiar experiencias en escuelas indígenas (preferentemente) y en otros proyectos educativos relacionados (escuelas agrícolas familiares, escuelas de campamentos y asentamientos, escuelas rurales).

v) Actividades Culturales: para integrar a los estudiantes en el espacio urbano, por ejemplo, visitas a teatros, cines y conciertos.

vi) Proyectos de Investigación e Intervención: se realizan a lo largo del curso, con preguntas definidas por cada estudiante o grupo de estudiantes, con el apoyo de un

docente asesor, y culminan con la elaboración del trabajo final del curso.

La carrera tiene una duración de cuatro años y se organiza en diferentes tiempos y espacios, enfatizando y valorando la experiencia sociocultural de los futuros docentes. Esto se logra con períodos de formación en la universidad, denominados módulos, y períodos en el espacio propio de actividad y experiencias, denominados intermódulos.

La titulación en Ciencias de la Vida y Naturales incluye asignaturas que abordan los temas y procesos de la Biología, la Física y la Química. Entre las asignaturas que se ofrecen en esta carrera se encuentran las más generales, que integran todas las áreas mencionadas, por ejemplo, "Ciencias Naturales como Campo de Conocimiento" y "Biodiversidad Brasileña", así como las más específicas, que corresponden a "Temas de Biología, Física y Química".

La actividad sobre la constitución de la materia, reportada en este artículo, se impartió en la segunda clase de la disciplina "Temas de Química B". Esta se llevó a cabo durante el módulo del segundo semestre de 2024, mientras los futuros profesores estaban en la universidad. En esta disciplina se abordaron los siguientes contenidos: la constitución de la materia, los modelos atómicos y la construcción de los conceptos de átomo, elemento y sustancia. Se realizaron cuatro sesiones de cuatro horas cada una durante el módulo en la universidad.

Además, tras el módulo, el profesorado en formación inicial se reunió durante aproximadamente cinco días para realizar el intermódulo en comunidades indígenas, donde se debatieron temas comunes a todas las carreras. En el segundo semestre de 2024, el tema fue "Tiempos escolares y tiempos de la naturaleza". Durante el intermódulo, también se ofreció orientación sobre las asignaturas y los trabajos de investigación para la finalización de la licenciatura, así como una actividad organizada por los propios indígenas.

Treinta y cinco estudiantes se matricularon en el curso "Temas de Química B": once de ellos pertenecían al grupo étnico Maxakali, doce al grupo étnico Xakriabá, once al grupo étnico Pataxó (de dos estados diferentes de Brasil) y uno al grupo étnico Xukuru-Kariri. Dado que muchos estudiantes Maxakali no hablan portugués como lengua materna, tienen una clase específica solo para ellos, con un traductor durante las clases en la universidad. Por lo tanto, se esperaba que hubiera 24 estudiantes de otros grupos étnicos en el curso. Muchos de los estudiantes que tomaron el curso ya trabajan en escuelas indígenas, ya sea en la docencia o en la administración. Varios de ellos ya tienen hijos y algunos son líderes en sus comunidades; por ejemplo, había un cacique en la clase.

El profesor de la asignatura, una persona no indígena, participaba en una asignatura por segunda vez. Sin embargo, llevaba siete años en la universidad, impartiendo asignaturas en cursos de grado en Química, Licenciatura de Campo y Pedagogía. También trabajó en cursos de posgrado, supervisando estudiantes de maestría y doctorado. Su trayectoria académica se desarrolló en el ámbito de la Química, con interés en los procesos de enseñanza y aprendizaje, los métodos y técnicas de enseñanza, y los procesos de construcción del conocimiento químico, con énfasis en el estudio de las representaciones utilizadas en la Química. Más recientemente, el profesor se ha centrado en los estudios decoloniales a partir de una colaboración con una profesora de una escuela del noreste de Brasil, quien se dedica a la enseñanza de enfoques vinculados a los territorios desde una perspectiva decolonial.

En la primera clase de la asignatura, los estudiantes participaron en un debate con la profesora colaboradora mencionada anteriormente. Esta profesora presentó y debatió

el trabajo que viene desarrollando con sus alumnos de secundaria en la escuela donde trabaja, en el interior del noreste de Brasil.

En la segunda clase, la actividad descrita en este artículo se planificó de la siguiente manera: inicialmente, el profesor preguntaba a los estudiantes de qué materiales están hechos los objetos, los animales y las plantas. Para ello, planteó la siguiente pregunta: “¿De qué está hecho todo en la naturaleza y en el mundo? En otras palabras, ¿de qué están hechos los materiales que utilizamos, que se encuentran en la naturaleza y que fueron producidos por la humanidad?”. A continuación, les daba a los estudiantes unos 30 minutos para debatir en grupos. Por lo general, los estudiantes de la misma etnia realizaban el trabajo en los mismos grupos. El alumno de la etnia Xukuru-Kariri alternaba entre las etnias Pataxó y Xakriabá, ya que los alumnos de la etnia Maxakali realizaban el curso con otro profesor, acompañados por un traductor.

Tras la discusión grupal, un estudiante de cada grupo presentó las respuestas discutidas para su posterior debate con toda la clase. El profesor pretendía conocer las visiones del mundo de cada grupo étnico sobre la constitución de la materia. Posteriormente, abordó aspectos de la historia de la ciencia para tratar los modelos atómicos y finalizó la segunda clase con una discusión sobre el modelo atómico de Dalton para iniciar la discusión del concepto de átomo, elemento y sustancia. La clase tuvo una duración aproximada de cuatro horas. Las clases tercera y cuarta de la disciplina no se incluirán aquí debido al límite de páginas y a que no son el tema central de este relato de experiencia.

Resultados y Discusiones

Muchas de las explicaciones que se encuentran en las cosmovisiones indígenas están intrínsecamente ligadas a las relaciones que se establecen entre los humanos y los espíritus (Silveira y Mortimer, 2011). Por lo tanto, queda claro que el tema de los átomos no podría abordarse sin considerar primero las explicaciones de los estudiantes sobre la constitución de la materia. Por ejemplo, los Maxakali entienden el crecimiento de un niño como un proceso asociado a la influencia de los espíritus, a diferencia de la Química, que lo explica con base en la teoría atómica. Según la Química, a través de reacciones químicas, los átomos presentes en los alimentos se incorporan al cuerpo, lo que resulta en el crecimiento (Silveira y Mortimer, 2011). En consecuencia, se entiende que un conocimiento no reemplaza a otro, ni uno es mejor que el otro. Según Valladares (2011), se debe promover la pluralidad dialógica en el aula. Esto permite que los estudiantes indígenas de cualquier etnia no abandonen su identidad, pudiendo adoptar lo mejor que la Química tiene para ofrecer para resolver determinados problemas y, al mismo tiempo, valorar los conocimientos de sus propias culturas (Valladares, 2011), que pueden resolver otros problemas o sumarse a las estrategias que utiliza la Química.

Al preguntar: “¿De qué está hecho todo en la naturaleza y en el mundo? En otras palabras, ¿de qué están hechos los materiales que utilizamos, que se encuentran en la naturaleza y que fueron producidos por la humanidad?”, se pretendía promover una clase dialógica que valorara la diversidad cultural (Valladares, 2021b). Sin embargo, no se trataba de crear una lista de información sobre las explicaciones de cada grupo étnico en la clase. Al contrario, la idea era invitar a la reflexión sobre las diferentes formas de explicación, permitiéndoles cuestionar y enriquecer nuestra propia comprensión (Fleuri, 2003).

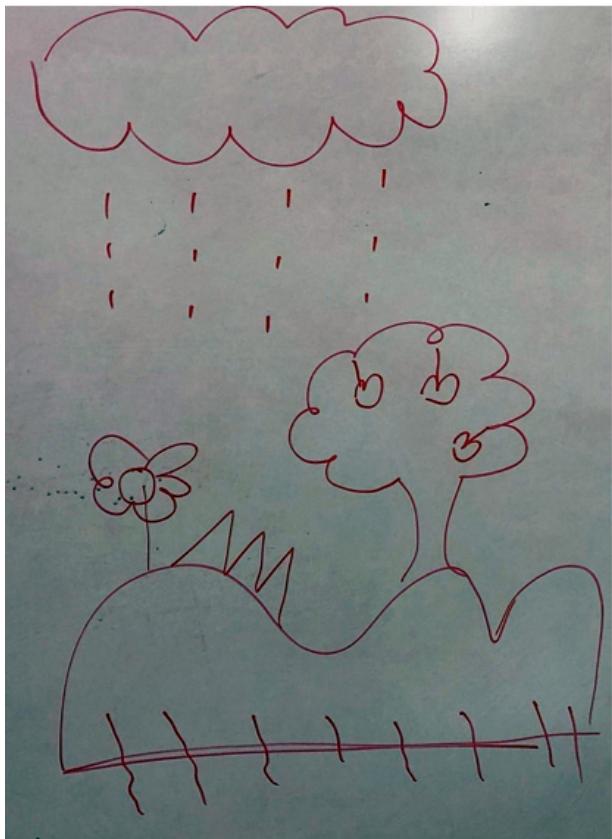


FIGURA 1. Dibujo realizado por estudiantes de la etnia Xakriabá.

Fuente: archivo personal del autor.

Los estudiantes Xakriabá dibujaron la lluvia cayendo de las nubes sobre una montaña con un árbol frutal y una flor, y un río en la llanura aluvial. En este sentido, para estos estudiantes, la constitución de la materia está dada por la naturaleza. El término “naturaleza” fue ampliamente utilizado por los estudiantes durante la discusión y presentación del dibujo a la clase. En química, en resumen, el átomo es un modelo creado para comprender y predecir los fenómenos naturales. Como cualquier otro modelo, no representa la realidad misma (Silveira, 2015). En este modelo, el átomo constituye la materia que forma las montañas, los árboles, los ríos y la lluvia. Sin embargo, para los estudiantes indígenas, la constitución de la materia es, por lo tanto, más compleja que una agrupación de átomos.

Para los pueblos indígenas, existe una fuerte relación entre la materia y la naturaleza. Según Lima (2020), el concepto indígena de naturaleza se diferencia del concepto no indígena en que abarca entidades y procesos. Esta perspectiva se ilustra con la afirmación “tenemos el brazo dado con la naturaleza” (Querer decir: estamos vinculados a la naturaleza porque estamos relacionados con ella) (Pataxoop y Pataxoop, 2020, p. 141). Esta comprensión se demuestra en los dibujos de los estudiantes Pataxó en la pizarra, que representan sus explicaciones sobre la constitución de la materia (Figura 2).



FIGURA 2. Dibujo elaborado por los estudiantes de la etnia Pataxó.

Fuente: archivo personal del autor.

Para estos estudiantes, "la materia está constituida por lo colectivo", afirma un estudiante pataxó durante la presentación, ilustrada por dos indígenas alrededor de una fogata, uno de ellos con una maraca (instrumento musical indígena). Desde un punto de vista químico, la materia está formada por grupos de átomos organizados de una manera específica, lo cual define el material (Silveira, 2015). Por lo tanto, químicamente, la materia es un colectivo de átomos. Sin embargo, la noción de colectivo para los indígenas es más amplia que para los no indígenas, ya que para ellos incluye instrumentos, animales, plantas y naturaleza.

Esto plantea un desafío, ya que la producción de gran parte del conocimiento químico, disociada de aspectos sociales más amplios y complejos, ha resultado, por ejemplo, en la destrucción de la biodiversidad y la injusticia social. Gandolfi (2025) explora estos puntos al presentar la extracción de recursos minerales metálicos como el litio y el cobalto. Si bien estos minerales suelen presentarse como cruciales para combatir el cambio climático mediante la transición energética, se descuida el contexto de su producción. La mayoría de los proyectos de extracción de minerales para energías limpias se superponen con tierras indígenas, y se han documentado diversos impactos socioambientales en comunidades y ecosistemas indígenas en Minas Gerais, Brasil, debido a la minería de litio (Gandolfi, 2025). Por lo tanto, es urgente pensar más allá y dentro de los espacios de producción de conocimiento químico, considerando los impactos socioambientales y políticos derivados de dicha producción.



FIGURA 3. Dibujo inicial elaborado por los estudiantes de la etnia Maxakali a partir de la discusión que mantuvieron en el grupo.

Fuente: archivo personal del autor.

acción de los espíritus la que justifica la ocurrencia de los fenómenos naturales. Por lo tanto, cualquier intento de interferencia humana en estos procesos requiere una negociación con los espíritus, cuyo éxito puede llevar a los Maxakali a lograr la intervención deseada. En el conocimiento químico, la comprensión de los fenómenos naturales se basa únicamente en el aspecto material. Cuanto más profundamente se sea capaz de interpretar la constitución de la materia, más significativamente se podrá intervenir en estos fenómenos (Silveira y Mortimer, 2011). Así, para los estudiantes Maxakali, la constitución de la materia implica una intrincada red de interacciones entre los materiales, los espíritus y los propios pueblos indígenas (Figura 3).

Los estudiantes solo comenzaron a dibujar cuando hubo consenso en el grupo sobre qué dibujo representaba, para ellos, la explicación de la constitución de la materia. Dibujaron de qué está hecha cada parte de un arco para disparar flechas (1), revelando

una compleja red de interacciones entre lo que, para ellos, constituye la materia. La parte del arco que se sostiene proviene de un árbol específico (2), que se utiliza para construir el tronco que se erige en el centro de la aldea (3) durante los períodos rituales. La cuerda de la flecha se fabrica con otra planta (4), que también se utiliza para fabricar un objeto para pescar (5) peces (6) en el río y para producir la flecha (7). Los árboles al nacimiento del río sirven para mostrar su importancia para mantenerlo "vivo". El otro árbol (8) se utiliza para construir la estructura de las casas (9), y el árbol (10) se utiliza para hacer el tocado (11) que se lleva en la cabeza del espíritu (Yāmīyxop) y el techo de las casas (12).

A pesar de siglos de contacto con la cultura dominante, los Maxakali, conocidos como el "Pueblo del Canto", han preservado su cultura, lengua y religión (Silveira, 2015). Según la autora, sus vidas están profundamente conectadas con los espíritus sagrados (Yāmīyxop), que son la principal fuente de conocimiento para este pueblo. Añade también que es a través de las canciones que los espíritus transmiten todo el conocimiento necesario. Las aldeas Maxakali están construidas con casas de madera y paja, dispuestas en semicírculo frente a la casa religiosa (la más grande, como se ilustra en la Figura 3), que da al bosque (Silveira, 2015). Según la misma autora, los espíritus enseñan y ayudan en diversas actividades cotidianas, como la caza, la siembra, la artesanía, la construcción, las canciones y las batallas. Toda la vida de los Maxakali está mediada por esta relación con los espíritus, que, de hecho, constituyen la propia persona Maxakali.

Durante la presentación a los demás, algunos estudiantes de Maxakali fueron al pizarrón y dibujaron el sol y otro árbol (Figura 4).



FIGURA 4. Dibujo realizado por estudiantes de la etnia Maxakali a partir de la discusión que mantuvieron en el grupo.

Fuente: archivo personal del autor.

Uno de los aspectos que más llamó la atención durante la clase fue el hecho de que los estudiantes de Maxakali solo comenzaron a dibujar después de una intensa discusión entre ellos, con el fin de llegar a un consenso sobre qué explicación daría el grupo para representar lo que ellos entendían como la constitución de la materia.

Conclusión

Se analizó la experiencia de una actividad sobre la constitución de la materia desde la perspectiva de un docente no indígena. Este análisis se enmarca en los estudios interculturales que buscan pluralizar la comprensión de la química, así como sus métodos y técnicas de enseñanza.

En este análisis, observamos que indígenas de diferentes grupos étnicos crearon dibujos para expresar sus explicaciones sobre la constitución de la materia. Este enfoque amplía la comprensión de los modelos atómicos al demostrar la compleja relación entre los seres vivos y los inertes. Mientras que la teoría atómica se centra en partículas, enlaces y estructuras, el conocimiento indígena nos desafía al proponer una visión ética en la relación con los materiales. Al fin y al cabo, si todo está interconectado, la explotación desenfrenada de los recursos tiene consecuencias directas para todos los elementos del ecosistema.

El conocimiento indígena puede integrarse en la Educación Química al problematizar la relación entre los seres humanos y los materiales, buscando romper con la lógica exploratoria para promover la diversidad, la inclusión y la sostenibilidad. La Educación Química suele abordar los materiales de forma utilitaria, centrándose en sus propiedades y aplicaciones. Sin embargo, el conocimiento indígena, al destacar la interconexión entre los seres vivos y los inertes, plantea cuestiones éticas y socioambientales. Esto desafía la lógica puramente exploratoria de los materiales, fomentando la reflexión crítica sobre el impacto de la acción humana en el medio ambiente y la responsabilidad en el uso de los recursos.

Por lo tanto, este relato de experiencia puede contribuir al profesorado que imparte cursos interculturales al integrar el conocimiento indígena y reconocer que existen múltiples maneras válidas de conocer y explicar el mundo. Para los investigadores que investigan métodos y técnicas de enseñanza en Química, el estudio puede ofrecer elementos para crear entornos de aprendizaje más relevantes para estudiantes de diferentes orígenes.

Referencias

Brasil. (2015). *Ministério da Educação. Resolução nº 1, de 7 de janeiro de 2015. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores Indígenas em cursos de Educação Superior e de Ensino Médio e dá outras providências.* http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16870-res-cne-cp-001-07012015&Itemid=30192

Braz, W. A., y Valadares, J. M. (2021). Educação na aldeia e escola indígena de Muã Mimatxi: O tehêy de pescaria de conhecimento. *Educação e Pesquisa*, 47, e236053. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147236053>

Evangelisti, F. (2023). *The concept of matter: A journey from antiquity to quantum physics.* Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-36558-4>

Fleuri, R. M. (2003). Intercultura e educação. *Revista Brasileira de Educação*, 23, 16–35. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000200003>

Flores-López, A., Sosa-Martínez, B., Méndez-Alonso, J. M., Catarino-Centeno, R., y García-Hernández, E. (2022). Adaptación de la Tabla Periódica al náhuatl: Una propuesta para la enseñanza e inclusión. *Educación Química*, 33(4), 65–85. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.0.81018>

Gandolfi, H. E. (2025). "It looks as if they threw the entire Periodic Table into the river": A decolonial perspective for chemistry education in the context of environmental injustices. *Science Education*. <https://doi.org/10.1002/sce.21984>

Lima, D. (2020). Um espaço para outro conhecimento. En A. M. R. Gomes, D. Lima, M. Oliveira, & R. Marquez (Orgs.), *Catálogo da exposição Mundos Indígenas* (pp. 170–177). Belo Horizonte.

Melo, M. R., y Neto, E. D. L. (2013). Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atómicos em química. *Química Nova na Escola*, 35(2), 112–122. https://qnesc.sqb.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf

Monteiro, E. P., y Zuliani, S. R. Q. A. (2020). A Abordagem Intercultural nas Escolas Indígenas Tikuna do Amazonas: o Ensino de Química. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200059>

Moura, C. B., y Guerra, A. (2016). Reflexiones sobre el proceso de construcción de la ciencia en la disciplina química: Un estudio de caso a través de la historia de los modelos atómicos. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 11(2), 64–77. <https://www.redalyc.org/pdf/2733/273349183006.pdf>

Pataxoop, L., y Pataxoop, K. (2020). O grande tempo das águas. En A. M. R. Gomes, D. Lima, M. Oliveira, & R. Marquez (Orgs.), *Catálogo da exposição Mundos Indígenas* (pp. 135–169). Belo Horizonte. https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/wp-content/uploads/2018/03/ec-ufmg_2020_mundos-indigenas_catalogo_web.pdf

Rosa, S. C. S., y Lopes, E. T. (2018). Tendências das publicações brasileiras sobre a formação de professores indígenas em ciências da natureza. *Amazônia Revista de Educação Em Ciências E Matemáticas*, 14(32), 108. <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v14i32.5805>

Santos, M. (1998). O retorno do território. En M. Santos, M., A. A. Souza, y M. L. Silveira (Orgs.), *Território e fragmentação* (pp. 15–20). Hucitec. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal16/D16Santos.pdf>

Silveira, K. P. (2015). *Ensino de ciências e tradição maxakali: Construindo relações em busca de um mundo comum* [Tesis, Universidade Federal de Minas Gerais].

Silveira, K. P., y Mortimer, E. F. (2011). Tradição Maxakali e conhecimento científico: Diferentes perspectivas para o conceito de transformação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(3), 9–33. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4206/2771>

Sosnowski, R. (2005). The scientific and cultural role of atomistics. *Nukleonika*, 50(3), 5–10. http://www.ichtj.waw.pl/ichtj/nukleon/back/full/vol50_2005/v50s3p05f.pdf

Valladares, L. (2011). Un modelo dialógico intercultural de educación científica. *Cuadernos Interculturales*, 9(16), 119–134. <https://www.redalyc.org/pdf/552/55218731008.pdf>

Valladares, L., y Olivé, L. (2015). ¿Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad. *Cultura y representaciones sociales*, 10(19), 61-101. <https://www.culturayrs.unam.mx/index.php/CRS/article/view/391>

Valladares, L. (2021a). Scientific literacy and social transformation: Critical perspectives about science participation and emancipation. *Science & Education*, 30(3), 557-587. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>

Valladares, L. (2021b). Cuatro tesis para interculturalizar la enseñanza de las ciencias: Homenaje a León Olivé. *Revista Argentina de Investigación Educativa*, 1(2), 43–56. <https://portalrevistas.unipe.edu.ar/index.php/raie/article/view/38>

Valladares, L. (2023). La Escuela Agroecológica Chinampera: Fondos de identidad y comunalidad en las experiencias pedagógicas narradas por sus estudiantes. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 53(3), 253–281. <https://doi.org/10.48102/rlee.2023.53.3.578>