

TED

Tecné, Episteme y Didaxis: TED

ISSN: 2665-3184

ISSN: 2323-0126

Universidad Pedagógica Nacional; Facultad de Ciencia y Tecnología

Melo-Brito, Nadenka Beatriz

Los puentes en la enseñanza de las ciencias: un compromiso para comprender las investigaciones sobre las relaciones entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales

Tecné, Episteme y Didaxis: TED, núm. 42, 2017, Julio-Diciembre, pp. 43-61

Universidad Pedagógica Nacional; Facultad de Ciencia y Tecnología

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614264656003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UNAM  redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Los puentes en la enseñanza de las ciencias: un compromiso para comprender las investigaciones sobre las relaciones entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales

- Bridges in Science Teaching: A Commitment to Understand Research on the Relationships between Scientific School Knowledge and Traditional Ecological Knowledge
- As pontes no ensino das ciências: um compromisso para compreender as pesquisas sobre as relações entre conhecimentos científicos escolares e conhecimentos ecológicos tradicionais

Nadenka Beatriz Melo-Brito*

* Estudiante Doctorado Interinstitucional de Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia
Correo electrónico: nadenkamelo@gmail.com
orcid.org/0000-0002-4255-8470

Resumen

Este artículo de reflexión presenta la categoría puentes entre conocimientos como una forma de facilitar el cruce de fronteras de los estudiantes cuando aprenden ciencias. Las relaciones entre Enseñanza de las ciencias, naturaleza y cultura son discutidas considerando las posturas epistemológicas del universalismo, multiculturalismo, pluralismo epistemológico e interculturalidad a partir de un análisis documental en torno a la pregunta de investigación ¿Qué orientaciones encontramos en los trabajos de investigación sobre puentes entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales en la enseñanza de las ciencias? Se identificaron dos ejes que permiten el análisis: la perspectiva de los puentes como metáforas útiles para la comprensión y los puentes como representaciones partícipes de la elaboración de conceptos. Como conclusiones se destacan los puentes como un nuevo enfoque para la enseñanza de las ciencias; así mismo, los puentes como metáfora permiten a los estudiantes la construcción de significados que se manifiestan en el aula de clase para acercar los contextos de la vida cotidiana de los alumnos hacia el aprendizaje de ciencias. Finalmente, los puentes entre conocimientos presentan

Fecha de recepción: 23/11/2016
Fecha de aprobación: 11/04/2017

un nuevo enfoque inmerso en la perspectiva intercultural en la cual el diálogo fundamentado en la argumentación posicionan en el mismo nivel los conocimientos ecológicos tradicionales y los conocimientos científicos escolares.

Palabras clave

Conocimientos científicos escolares; conocimiento ecológico tradicional; puentes

Abstract

This reflection paper presents the category of bridges between knowledge as a way to facilitate the crossing of borders by students when they learn science. The relationship between teaching science, nature and culture are discussed, taking into consideration the epistemological postures of universalism, multiculturalism, epistemological pluralism and interculturality based on a documentary analysis surrounding the research question "What guidelines do we find in the research work on bridges between school scientific knowledge and traditional ecological knowledge in the teaching of science?" We identified two axes that make it possible to perform the analysis: the perspective of bridges as useful metaphors for compression and bridges as representations that participate in the elaboration of concepts. To conclude, we highlight bridges as a new approach to teaching science; as a metaphor, bridges also allow students to build the meanings manifested in the classroom in order to bring the contexts of the daily life of students closer to the learning of science. Finally, bridges between knowledge present a new approach immersed in the intercultural perspective, in which the dialogue based on argumentation places traditional ecological knowledge and scientific school knowledge at the same level.

Keywords

Scientific school knowledge; traditional ecological knowledge; bridges

Resumo

Este artigo de reflexão apresenta a categoria pontes entre conhecimentos como uma forma de facilitar o cruze de fronteiras dos estudantes ao aprender ciências. As relações entre Ensino das ciências, natureza e cultura são discutidas considerando as posturas epistemológicas do universalismo, multiculturalismo, pluralismo epistemológico e interculturalidade a partir de uma análise documental em torno à pergunta de pesquisa: que orientações encontramos nos trabalhos de pesquisa sobre pontes entre conhecimentos científicos escolares e conhecimentos ecológicos tradicionais no ensino das ciências? Identificaram-se dois eixos que permitem a análise: a perspectiva das pontes como metáforas úteis para a compreensão e as pontes como representações partícipes da elaboração de conceitos. Como conclusões, assinalam-se as pontes como uma nova abordagem do ensino das ciências; assim mesmo, as pontes como metáfora permitem aos estudantes a construção de significados que se manifestam na sala de aula para aproximar os contextos da vida diária dos alunos à aprendizagem de ciências. Finalmente, as pontes entre conhecimentos apresentam uma nova abordagem imersa na perspectiva intercultural na que o diálogo fundamentado na argumentação posiciona no mesmo nível os conhecimentos ecológicos tradicionais e os conhecimentos científicos escolares.

Palavras-chave

Conhecimentos científicos escolares; conhecimento ecológico tradicional; pontes

Introducción

En el presente artículo se pretende aportar a la enseñanza de las ciencias (EC) para lo cual se propone la categoría “puentes”, como una forma de abordar las relaciones entre conocimientos científicos escolares (CCE) y los conocimientos ecológicos tradicionales (CET) en las aulas de clase diversas culturalmente. Se discute sobre dos ejes: primero, se describen los puentes como metáfora útil en la enseñanza de las ciencias, y segundo, los puentes como una representación de un concepto para facilitar el cruce de fronteras culturales. Por último, se presentan las conclusiones y reflexiones finales que contribuyen a la EC.

La ciencia hace posible la comprensión y explicación de los fenómenos naturales, a partir de los cuales el estudiante puede conocer el mundo, conceptualizarlo, relacionar y elaborar modelos y puede abordar lo desconocido a partir de lo conocido. Así, la ciencia puede ser pensada como un constructo social, históricamente configurado, que envuelve un conjunto de teorías, prácticas de actividades, ideas, normas, valores, etc., que son compartidas por la comunidad científica. Este artículo se ubica en la perspectiva intercultural que se discute en el siguiente apartado, por tanto, al hacer referencia a la ciencia, se entiende como el constructo que permite comprender los fenómenos en una forma general. Además, se reconoce de la ciencia moderna occidental (CMO) a los conocimientos ecológicos tradicionales como la ciencia proveniente de los pueblos indígenas ampliamente arraigada en el tiempo y ecológicamente relevante, al permitir una coexistencia e integración con los recursos naturales (Cabo-Hernández y Enrique, 2004; Cobern y Aikenhead, 1997; Corsiglia y Snively, 2001; Fajardo, 2006).

Por ello, la relación entre enseñanza de las ciencias, la naturaleza y la cultura ha sido objeto

de amplias discusiones, y en la actualidad, ante la hegemonía de la ciencia moderna occidental se reconoce la necesidad de una ciencia culturalmente sensible, así como la necesidad de una formación de profesores direccionada hacia reconocer el contexto cultural de quien aprende permitiendo a los estudiantes el cruce de fronteras (Aikenhead y Jegede, 1999; Bryan y Atwater, 2002).

La relación entre la enseñanza de las ciencias y la diversidad cultural puede ser analizada desde diferentes posturas:

- *Universalista*: se identifica el conocimiento científico producto de la CMO como centro del conocimiento, posición dominante en la EC, ampliamente reflejada en los currículos de ciencias. Esta postura considera que la CMO es de carácter universal y, por tanto, no puede ser enseñada en términos multiculturales. Descrito por Williams (1994, citado por El Hani y Mortimer, 2007), el *universalismo* expresa como la ciencia (CMO) es la actividad y cuerpo del conocimiento. En el mismo sentido, Maddock (1981) señala como la educación en ciencias necesita tener en cuenta el punto de vista antropológico para lograr sus objetivos, convirtiéndose así en la base de futuros estudios.
- *Multiculturalista*: se incluyen otras formas de conocimiento, las cuales se reflejan en el currículo de ciencias al tener en cuenta conceptos de otras culturas. La CMO es considerada solo uno de los ejemplos de ciencia. Hodson (1999) considera que el aumento de la participación y un nivel mayor de aprendizaje para los estudiantes de grupos étnicos minoritarios logra mejorar el impacto de la enseñanza de las ciencias, al igual

que genera conciencia en los estudiantes sobre el racismo y otras formas de discriminación y opresión en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Esta posición conduce a tomar en cuenta al *otro* como *diferente de mí*, lo que es un referente distinto al mencionado previamente en el *universalismo* (Cobern y Loving, 2000; McKinley y Stewart, 2012; Tippins, June y Britton, 2010).

- *Pluralismo epistemológico*: este enfoque, si bien considera que el conocimiento producto de la CMO es importante, propone una posición intermedia entre el multiculturalismo y el universalismo, por cuanto se reconocen otras formas de conocimiento, sin discriminar ni sobrevalorar uno sobre otro, siendo sensibles y manteniendo el objetivo de la enseñanza de las ciencias (Cobern y Loving, 2000; El-Hani y Mortimer, 2007).
- *Intercultural*: propende por las interacciones que se dan cuando dos visiones de mundo entran en contacto; es así como Jegede (1995), George (2001), Cabo-Hernández y Enrique (2004) reconocen estas interacciones, que se entretajan y permiten la construcción de significados las cuales deben producir mínimas interferencias. Específicamente, Cabo-Hernández y Enrique (2004) plantean el reto de la ciencia intercultural en dos aspectos: el acceso de las minorías y las mujeres a los estudios de ciencias, y un segundo aspecto sobre qué ciencia enseñar. En el mismo sentido, Molina y Utges (2011) enfatizan cómo estas interacciones propias de la enseñanza de las ciencias deben ser vistas como una potencialidad y no como un obstáculo a la hora de enseñar ciencias, y deben propender por generar una conciencia intercultural en los profesores en formación. La interrelación entre los diferentes grupos culturales, sumada a la construcción de una sociedad que articule las políticas de identidad cultural con las políticas de igualdad social, permitirá la construcción de sociedades democráticas e inclusivas (Candau, 2008). En esta perspectiva, los conocimientos ecológicos tradicionales y la ciencia moderna occidental están llamados a dialogar, de forma que se interrelacionen los conocimientos, lo cual hace necesario establecer conexiones entre ellos, y permite por ejemplo que los estudiantes asuman las creencias científicas y alcancen la comprensión de estas.

Las anteriores perspectivas epistemológicas otorgan un marco de referencia para analizar el posicionamiento de la CMO frente a los conocimientos como sugiere la diversidad cultural. Desde el punto de vista del autor y en el contexto colombiano, se parte de un concepto de cultura como un sistema simbólico en el sentido semiótico de Geertz (1986), centrado en la heterogeneidad, el reconocimiento de las diferencias y la diversidad cultural superando el etnocentrismo y facilitando la interpretación del otro en su propio contexto; en Colombia, el reconocimiento del país como pluriétnico y multicultural abrió un panorama para investigaciones en enseñanza de las ciencias que den cuenta de las relaciones que

pueden emerger al trasladar currículos de un país a otro, de una cultura a otra, al contacto entre las visiones de mundo de profesores y estudiantes, sus culturas de base entre otros aspectos fundamentales (Castaño, 2014).

De otra parte, el conocimiento surge cuando la persona es capaz de atribuir significado a la información, puede ser mediante la integración de información nueva con sus experiencias previas para desarrollar un significado personal; es decir, ello implica una interacción entre el que aprende y sus propias experiencias previas; por tanto, todos los estudiantes construyen su forma de ver el mundo a partir de las experiencias personales y de su entorno, siendo el discurso primario constituido en sus casas, y el discurso secundario de la ciencia construido en la escuela. De manera que en las aulas de clase de ciencias se hace presente la diversidad cultural, ya sea representada en los estudiantes, sus visiones de mundo y conocimientos previos, sumada a la cultura propia de la ciencia representada en los profesores, sus recursos didácticos entre otros (Baptista, 2014; Lee, 1999, 2002, 2005; Touron y Santiago, 2013; Wilson, 1981).

Es entonces cuando la enseñanza de las ciencias se constituye en un proceso cultural que pone en contacto varias visiones de mundo y culturas, en algunos casos, estos pueden no ser muy evidentes, y los reportes de literatura son insuficientes; por tanto, se requiere hacer de las aulas de clase de ciencias un espacio de prácticas culturales que propicie la emergencia de esos conocimientos (França, De Melo y Munford, 2011; Lee, 2002, 2005; Maddock, 1981; Molina y Utges, 2011).

Se parte del CCE, entendido en el sentido de Martínez, Valbuena y Molina (2013) como

[...] el originado en la integración didáctica de diferentes formas del saber (científico, ideológico-filosófico, cotidiano,

artístico, etc.), que posibilita un proceso de complejización del conocimiento cotidiano de los individuos; y al conocimiento profesional como la integración de diferentes saberes académicos, saberes implícitos, rutinas y guiones, el cual está en apertura a otros referentes, como el de la perspectiva cultural. (p. 26).

Este conocimiento escolar, visto desde la perspectiva intercultural como se planteó al inicio, presupone, entonces, que los niños van a construir significados mediante el uso de los elementos culturales de su cultura de origen, por lo que se debe dar el tránsito entre el mundo cotidiano de los estudiantes y el mundo de la ciencia (Molina, 2007). Así mismo, se entiende como *conocimiento ecológico tradicional* (CET) toda aquella sabiduría ancestral procedente de los pueblos indígenas, que permite que algunos eventos sean fácilmente explicables desde el conocimiento tradicional, como es el caso de los principios activos de las plantas empleados en la cultura occidental para el tratamiento de enfermedades; o, por lo contrario, algunos conocimientos tradicionales no pueden ser explicados en términos de la ciencia convencional. Algunas técnicas tradicionales de ordenación datan de hace miles de años y ayudan a mantener la armonía entre los asentamientos humanos y los recursos naturales de los que dependen las personas (Tippins, June y Britton, 2010).

Es posible ahora hablar de relaciones entre CCE y CET, entendiendo que estas relaciones pueden ser sinérgicas o compatibles cuando la visión de ciencia de los estudiantes se expresan afines a sus culturas de origen y reflejan congruencia con la visión de ciencia occidental; o, por el contrario, pueden ser relaciones que expresen divergencia con la ciencia occidental (Lee, 2002). En ese contexto, los puentes, conforme se describe a continuación, surgen como una propuesta que reconoce la influencia

de la cultura en la enseñanza de las ciencias y se expresa en los trabajos realizados por Aikenhead y Ogawa (2007); Crossley (2008); Molina y Mojica (2013), y Valderrama, Molina y El-Hani, (2015), entre otros, en donde dan cuenta de las diferentes aproximaciones y los cruces de fronteras que realizan los estudiantes cuando se les plantean conceptos científicos, de alguna manera percibidos como extraños o extranjeros.

Como parte de los antecedentes del trabajo de investigación doctoral, denominado “Puentes entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales: un estudio de aula en la comunidad wayúu”, y desarrollado en el Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (DIE-UD) surge este artículo, en el cual metodológicamente, se parte de la pregunta de investigación “¿Qué orientaciones encontramos en los trabajos de investigación sobre puentes entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales en la enseñanza de las ciencias?”. Con respecto a los puentes se realizó una investigación cualitativa de carácter descriptivo-interpretativo con un estudio documental, en el cual se identificaron diversos autores cuyos escritos se centran en dos ejes: los puentes como metáfora útil para la enseñanza de las ciencias y los puentes como parte del proceso cognitivo. Una vez recabada la información y para abordar la investigación, se establecieron como categorías conceptuales de análisis: metáfora, puente, aulas y concepto.

A partir de lo anterior, se organizó una tabla con los siguientes datos de los documentos: referencia, año, publicación, autor, título, resumen y contenido de interés (Molina et al., 2012; Pinhão y Martins, 2011). Como resultado, se identificaron dos grandes ejes para abordar el problema de investigación, mencionados previamente: los puentes como metáfora útil para la comprensión y los puentes como representaciones partícipes en la elaboración de conceptos. Estas dos premisas se discuten a continuación de unas nociones generales sobre puentes.

Generalidades de los puentes y su caracterización

Reconocidas las relaciones entre conocimientos, tres perspectivas teóricas –multiculturalismo, pluralismo epistemológico e interculturalidad– asisten la configuración de los *puentes*, como una nueva perspectiva propuesta que va más allá de una estrategia didáctica, cuyo origen está asociado a una construcción de los profesores, quienes en estudios previos manifestaron esta postura del *puente como contexto mismo* para expresar las relaciones entre conocimientos (Mosquera y Molina, 2011). Si se parte del carácter intercultural de la enseñanza de las ciencias y se asume que durante el proceso de enseñanza y aprendizaje es necesario realizar el paso a través de fronteras culturales, se puede pensar que en algún momento, estos puentes van más allá de un artefacto cultural u objeto de aprendizaje, entendido en el sentido de Cole (1999), para el cual un artefacto forma parte de lo material y que se modifica en razón de la actividad humana dirigida a metas, obedeciendo a un propósito u intención (Cole y Engerstrom, 2001). La propuesta de puentes, más que

mediar procesos de enseñanza y aprendizaje, conecta y toma en cuenta la diversidad cultural de la sociedad y del aula de clase facilitando el contacto de dos mundos, en este caso dos tipos de conocimientos (CCE y CET) como se muestra en la figura permite interpretar cómo, en una perspectiva intercultural, son los profesores que navegan en la cultura de la ciencia y despliegan puentes para que sus estudiantes logren realizar el cruce de fronteras a partir de su propia cultura hacia la cultura de la ciencia, todo ello inmersos en el contexto social y cultural del aula de clase.

Es en el aula de clase donde se debe dilucidar la existencia y naturaleza de los puentes, en búsqueda de determinar si trasciende a las estrategias cognitivas y a los artefactos didácticos como sugieren los estudios realizados por el grupo de investigación del Doctorado en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Interculturalidad, Ciencia y Tecnología (Intercitec) en las comunidades de profesores, y si este mismo planteamiento se identifica en los estudiantes (Molina y Mojica, 2013).



Figura 1. Aproximación a la naturaleza de los puentes entre conocimientos en la enseñanza de las ciencias

Fuente: elaboración propia

Sumado a lo anterior, y desde el punto de vista intercultural, los siguientes autores reconocen la importancia de los puentes en la enseñanza de las ciencias:

- George (2001) reconoce que para muchos estudiantes, entre ciencia y cultura existen lazos en los que se evidencian diferentes formas de conocer, proponiendo la inclusión de los conocimientos ecológicos tradicionales en el currículo. Adicionalmente, el mismo autor describe el uso de puentes en las clases convencionales de ciencias lo que permite a los estudiantes lograr encontrar el sentido al conocimiento occidental empleando sus conocimientos tradicionales y poder, así, transitar de un contexto a otro.
- Aikenhead y Ogawa (2007) evidencian la existencia de tres categorías de puentes como los de decolonización entre las ciencias eurocéntricas y dos formas de conocer la naturaleza, indígena y neoinígena. Sostienen, además, que los *puentes fuertes* se construyen a partir de examinar las cosmovisiones y las epistemologías de los sistemas de conocimiento indígena, neoinígena y eurocéntrico. Así mismo, enfatizan en que los profesores de ciencias deben edificar esos puentes entre el sistema de su propio conocimiento eurocéntrico y otras formas de conocimiento. Esta creación de puentes ha sido documentada entre los CET y el conocimiento eurocéntrico, y entre los CET y el CCE en comunidades culturalmente diferenciadas. A través de ellos se posibilita la comunicación entre diferentes conocimientos; hecho que lleva a la decolonización del discurso de la enseñanza de las ciencias. Es oportuno pensar acá en

la decolonización, en palabras de Boaventura de Sousa Santos (2010), como una alternativa para la puesta en práctica de los espacios plurales e interculturales donde se superan los escenarios heredados desde Occidente, y se supera la realidad social históricamente dividida en dos universos separados, lo que muestra un panorama en términos de la interculturalidad que establece nuevas relaciones basadas en el reconocimiento de las diferencias, la superación de las desigualdades y las desconexiones (García, 2004; De Sousa Santos, 2010).

- Crossley (2008) hace referencia a la representación de los puentes como una forma de relacionar culturas distintivas, de tipo académico y profesional, de manera que las dos se combinen con una oportunidad de aprendizaje mutuo, y facilite así el fortalecimiento de las políticas que deben reflejarse en la educación. Estos puentes deben conectar, ir más allá y

[...] cruzar los límites paradigmáticos y disciplinares, deben permitir el tránsito entre los estudios teóricos y aplicados; entre la política y la práctica; micro, macro y de otro tipo de análisis de especialistas y principales tradiciones de investigación; estudios del pasado y los del presente; las humanidades y las ciencias sociales; y la investigación en el Norte y el Sur. (p. 325).

Así mismo, enfatiza sobre la necesidad de un diálogo en la concepción de puente planteada, que permita el flujo de ida y vuelta entre lo teórico y lo práctico, aunque esto sea difícil de lograr. Considerando las diferencias, en esta perspectiva de puentes entre culturas, ellas son reconocidas y valoradas porque logran un aumento en la sensibilidad hacia las diferentes formas de conocimiento y visiones de mundo de los otros, habiéndose demostrado una estrecha relación entre el nivel de sensibilidad intercultural y el proceso de enseñanza/aprendizaje (Aikenhead y Ogawa, 2007; Crossley, 2008).

- Molina y Mojica (2013) exponen cómo los puentes entre los CET y los CCE hacen posible la comunicación entre esos dos mundos, lo que requiere el posicionamiento de los dos tipos de conocimiento al mismo nivel, es decir, sin que el primero sea subvalorado, ni el segundo sobreestimado. Molina (2012) plantea los cruces y entretrejos que surgen al relacionar los conocimientos tradicionales y científicos escolares, para lograr la comprensión de la naturaleza; para ello es necesario tener en cuenta las visiones de mundo de los sujetos, en cuya identificación es fundamental la participación de los profesores (López, 2014).

De otra parte, es preciso aclarar que algunos autores se refieren al concepto de *hibridismo* o *hibridación* como esa relación o punto de contacto entre la cultura escolar y la cultura científica, así como en el caso de culturas que, al ser contiguas, entran en contacto, sufren transformaciones, se apropian de elementos la una de la otra, y se producen discursos híbridos en las dinámicas de recontextualización que se dan en las negociaciones de las políticas de currículos, por lo

que las culturas no son siempre puras, sumado a la incertidumbre de si se alcanza o no la hibridez (Lopes-Scarpa y Frateschi-Trivelato, 2013; Pérez-Mesa, 2013).

Primer eje de análisis: los puentes como metáfora útil para la comprensión en la enseñanza de las ciencias

Etimológicamente, la expresión *metáfora* es una palabra compuesta de dos palabras griegas: *meta*, que significa “sobre” y *phorein*, “llevar”. Es una figura de discurso en la que se habla de algo, mediante una expresión que refiere a otra que se le parece. Es decir, se usa una palabra o frase ordinaria o conocida para hablar de otra cosa (Lubben, Netshisaulu y Campbell, 1998). Si bien el uso de metáforas en ciencias está documentado desde Aristóteles, poco se sabe sobre lo que pasa en las aulas de clase donde está presente la diversidad cultural y cómo se relacionan con la enseñanza de las ciencias.

En su forma tradicional, y en una primera forma de aproximación, las metáforas son aquellas figuras del lenguaje por la cual se transporta el sentido de una palabra a otra mediante una comparación mental, al contrario de las analogías, comparan sin hacerlo explícito, de manera que en el lenguaje se encuentra una mediación entre la realidad y el conocimiento (Raviolo, 2009). Entonces, el uso de metáforas culturales facilita establecer relaciones entre los conceptos, por tanto, estas pueden influenciar el entendimiento de los conceptos de la ciencia, frecuentemente en forma positiva, aunque en ocasiones pueden surgir barreras culturales durante el aprendizaje de los conceptos científicos (Lubben, Netshisaulu y Campbell, 1999). La metáfora adquiere una capacidad cognitiva intelectual (Giaccaglia, 2007).

Los puentes como metáfora esbozan el contacto entre las partes, e invitan a pensar en

un entrecruzamiento y en intercambios, como sugiere la perspectiva intercultural. De igual forma, al convertirse en puntos de transición, implican un *diálogo* para que el intercambio y la mudanza puedan ocurrir de forma fluida. Surge aquí el diálogo como una característica de los puentes, al pensar que para poder dialogar, los CCE y los CET deben estar ubicados en un mismo nivel, y permitir así el discurrir en ambas direcciones, y lograr así el entendimiento de un nuevo conocimiento en el estudiante. Estos puentes pueden darse entre el norte y el sur, entre los que formulan las políticas y entre los que las ponen en práctica, entre propios y extraños permitiendo en tránsito y cruce de fronteras culturales (Diniz y De Sousa Santos, 2013; Silva, Mortimer y Silveira, 2013). Este diálogo involucra una exposición de las palabras, una argumentación y la exposición de razones de los profesores y los estudiantes para que, a través del diálogo, se logre la comprensión sin necesariamente avasallar los conocimientos del otro, en aras de superar el etnocentrismo que discrimina y juzga al otro.

En el aula de clase de ciencias, la idea de *puentes* es una metáfora útil para la EC, al manifestar que permiten modificar significados ya existentes, se crean o generan nuevos, dando lugar a nuevas concepciones de la realidad. Este escenario implica procesos de interpretación con los que es posible realizar inferencias y la construcción de nuevos argumentos (Fajardo, 2006). En ese mismo sentido, Lakoff y Jonhson (1995, citados por Zalpa, 2014) declaran que la función primaria de la metáfora es la comprensión, es decir, el poder entender y experimentar una cosa en términos de otra, lo cual contribuye al aumento del conocimiento. Igualmente, Zalpa (2014) muestra relaciones entre la cultura y las metáforas, y estas últimas pueden ser empleadas como herramienta metodológica para la investigación acción participativa en el terreno de la cultura (Giaccaglia, 2007; Zalpa, 2014).

Ejemplos de las metáforas en la enseñanza de las ciencias se encuentran en disciplinas como biología y física, donde Harman (2003) presenta casos en los cuales han sido exitosas en la creación del pensamiento científico. Sumado a ello, la tabla 1 muestra un compendio de algunas de ellas y su contexto de aplicación en el conocimiento científico escolar en la enseñanza de las ciencias.

Tabla 1. Ejemplos de uso de metáforas en las aulas de clase

Referencia	Contexto de aulas en donde se emplearon metáforas relacionadas con el conocimiento científico escolar	Metáfora empleada
(Fernandes_da_Silva y CE_Laburú, 2013)	La unidad didáctica sobre preservación del agua fue implementada en el grado sexto de enseñanza media; la franja etaria fue determinada entre 11 y 12 años.	Los estudiantes asemejan el agua de una fuente al agua como fuente de vida.
(Diniz y Santos, 2013)	En el quinto año de enseñanza fundamental, el trabajo con la unidad didáctica sobre el <i>anemómetro</i> y <i>energía eólica</i> se implementó en aulas de robótica para construcción y diseño de robots.	Los estudiantes comparaban los modelos creados en la clase así: "se parece a un ventilador" o "parece una veleta".
(de_Castro y Rui_Ribas_Bejarano, 2013)	En cursos de segundo a quinto año de primaria, se implementó una unidad didáctica sobre fotosíntesis y función de los microorganismos; la franja etaria se estableció entre 7 a 11 años.	Los estudiantes, al definir los hongos como un tipo de microorganismos, al aludir a la apariencia algodonosa de los mohos, hacían referencia a "piezas de pelusa".
(Castro, 2008)	Estudiantes de biología de cuarto año de educación media en clases sobre evolución; la franja etaria de los estudiantes estuvo comprendida entre 17 y 19 años	En biología, al hablar sobre <i>selección direccional</i> , se compara con "la propia Tierra que ocurre un fenómeno natural en cuanto al aumento de las poblaciones".

Fuente: elaboración propia

Es preciso considerar como en las aulas de clase se produce el intercambio de conocimientos al ser en el contexto social del aula de clase, donde se ponen en juego los procesos de negociación de significado, emergencias, incertidumbres, procesos de cambio, los cuales no serían posibles de desarrollar fuera de este contexto (Castro, 2008). Dentro del aula de ciencias se llevan a cabo los procesos de enseñanza/aprendizaje, ya que allí se dan las interacciones entre maestros y estudiantes, quienes llegan con su conocimiento extraescolar y sus condiciones como sujetos. De igual forma se reconoce a la escuela como la institución que propicia la transmisión de los valores como un espacio privilegiado que fortalece de las relaciones del individuo con su cultura y, por tanto, con el mundo (Lee, Buxton, Lewis y LeRoy, 2006).

Sumado a ello, los puentes tendidos por los profesores en las aulas de ciencias también facilitan en los estudiantes entender su desarrollo personal, político y social (Treviño y Mayes, 2006). Es importante agregar que los padres participan, al igual que los profesores, con su cultura de origen en la formación de los puentes en el aula de ciencias (Dotger, Dotger y Tillotson, 2009).

En conclusión, este apartado proporciona elementos que apuntan en dirección a los puentes en la EC, los cuales facilitan la comprensión porque abren el diálogo sobre lo desconocido a partir de lo conocido, a la vez que establecen relaciones entre los CCE y los CET. Los estudiantes buscan en sus experiencias de vida situaciones que les ayuden a elaborar el conocimiento escolar. Los profesores son llamados a posibilitar el establecimiento de estos puentes en los estudiantes, de forma que puedan realizar el cruce de fronteras.

Segundo eje de análisis: los puentes como representaciones partícipes de la elaboración de conceptos

Previamente se discutió cómo el conocimiento implica una interacción entre el que aprende y sus experiencias previas; de lo anterior, en la presente sección se abordan los puentes como una representación que posibilita el acercamiento al conocimiento.

En este artículo, se entiende como *conocimiento* aquello que no es una simple representación de la realidad externa, sino el resultado de la interacción entre el sujeto que aprende (sus estructuras cognitivas) y sus experiencias con el mundo, en este caso, el mundo natural. Además, el sujeto que aprende se hace partícipe de su aprendizaje, pues construye y estructura sus experiencias y las transforma en una verdadera y propia construcción (D'Amore, 2006). La idea de puentes, como representaciones de la realidad, que acerca al concepto y supera los obstáculos que presentan los estudiantes al aprender ciencias, guía el desarrollo de este apartado a partir de cómo la ciencia habilita la comprensión y explicación de los fenómenos naturales.

En el ámbito del conocimiento, existe un interés hacia la representación como un

proceso de comprensión de los individuos. En este artículo, se pretende mostrar cómo los puentes en enseñanza de las ciencias facilitan la comprensión al estudiante, ya que a partir de un tipo de conocimiento obtenido de la experiencia, ya sea CCE o CET, se puede *exportar* la representación hacia un conocimiento más abstracto de forma que un conocimiento es conceptualizado en términos del otro (Santibáñez, 2009). Como punto de partida se toma la idea de Martín-Díaz (2002), quien considera que la ciencia interpreta la realidad, mas no la representa, y si bien ofrece respuestas a preguntas planteadas, esta relación ha cambiado a lo largo de la historia, bien sea por la mirada en función del hombre mismo. En esta investigación se entiende *representación* en el sentido de Duval (1999) citado por D'Amore, (2006), como "el conjunto de imágenes y conceptos que el individuo elabora de los objetos o las situaciones" y los modelos son considerados construcciones o elaboraciones.

Para algunos grupos étnicos indígenas, quienes interactúan con los elementos naturales a través del uso de la convivencia, la cosmología y el conocimiento cultural adquirido a lo largo de esta relación, su visión de mundo puede entrar en conflicto con los conocimientos producto de la ciencia moderna occidental. Por tanto, la comprensión de esta interacción es compleja y difícil de entender para los estudiantes, cuando se utiliza la concepción eurocéntrica estándar predominante en las sociedades urbanas.

Un aspecto acerca de la ciencia consiste en reconocer que ella es básicamente una manera de entender el mundo, que se basa en la creación de modelos, por ejemplo, " $f = ma$ ", " $E = MC^2$ ", o como se planteó en el apartado anterior, como metáforas –por ejemplo, *corriente eléctrica* o *célula*– para representar ciertos aspectos de la realidad, y así probar aquellos modelos y metáforas mediante la investigación

empírica; estos modelos actúan como *puentes conceptuales* entre las diferentes ideas (Harman, 2003; Talanquer, 2009).

- Molina y Segura (2000) identificaron tres elementos en los modelos explicativos empleados en la ciencia: la fuente del modelo, el conjunto de problemas que se pretenden explicar y el modelo propiamente dicho. En ese sentido, la fuente del modelo hace referencia a los conocimientos anteriores, experiencias o comportamientos que permiten imaginar el funcionamiento del modelo. Así mismo, plantean los *principios puente* como una forma de explicación que expresan los niños y que son semejantes a los empleados en la ciencia. Con estos principios puente, los niños elaboran explicaciones a los fenómenos, sin hablar directamente de los conceptos científicos asociados. Es decir, Molina y Segura (2000) muestran que dichos modelos explicativos implican valores y creencias (de origen cultural) que le dan sentido y significado a dichos modelos; las creencias y valores actúan como criterios de selección de corpus de conocimientos que determinan si es creíble, plausible, importante, aceptable, necesario, entre otros (Molina, 2000, 2007; Molina y Segura, 2000).

Para el caso de la cultura y las representaciones, Arcá, Guidoni y Mazzoli (1990) afirman que la realidad y la cultura desempeñan un papel importante en la representación que los niños se hacen del mundo y esta representación se concreta en los modelos.

Simultáneamente, las representaciones relativas a la interpretación del medio ambiente, derivados de la lectura que el alumno hace de su entorno sociocultural y que parte de la experiencia y el simbolismo de cada uno en particular. El alumno hace uso de su realidad y el conocimiento previo asimilado para formar representaciones coherentes con su experiencia personal.

Una característica sustancial de los puentes como concepto y que ayuda a configurar el diálogo en la perspectiva intercultural es el papel de la palabra así: "El concepto se forma a partir de una operación mental dirigida por el uso de la palabra como medio de centrar activamente la atención en el concepto a ser formulado" (Carla, et al., 2013, p. 3).

Por último, la tabla 2 resume algunas tendencias que consolidan la idea de los puentes como un concepto útil para el cruce de fronteras culturales en enseñanza de las ciencias.

Tabla 2. Identificación de tendencias que consolidan los puentes como concepto útil en el cruce de fronteras culturales en la enseñanza de las ciencias

Referencia	Identificación de tendencias que consolidan los puentes como concepto útil en el cruce de fronteras
(Santibáñez, 2009)	Se presenta la argumentación proveniente de la interacción con la experiencia, lo que permite la comprensión de un concepto en relación a otro conocido previamente.
(Talanquer, 2009)	En la enseñanza de la química los puentes ayudan a superar dificultades para describir, explicar y predecir las propiedades de la materia a diversas escalas y dimensiones.
(Molina y Mojica, 2013)	Se identificaron cuatro perspectivas sobre la idea de la enseñanza como puente: asimilacionista, moral y humanista, plural epistémica y ontológica y contextual. Se concluye que los puentes son de doble vía y tienen una mayor complejidad que la planteada por los profesores.
(Seithi y Sumi, 2011)	En aulas de clase de ciencias y biología, los profesores exploran la propia realidad del estudiante y se da el punto de partida para el aprendizaje.

Fuente: elaboración propia

Consideraciones finales sobre los puentes entre conocimientos

Una vez analizados los puentes, se puede afirmar que ellos forman parte del cruce de fronteras al considerar que aprender ciencias es visto como movilizar y cruzar una frontera (verbigracia, fronteras de lenguaje, métodos y contenidos diferentes de lo que los grupos culturalmente diferenciados, posición socio-económica o experiencias en sus hogares), por tanto se considera culturalmente relevante cómo la enseñanza ayuda a los estudiantes a navegar a través y más allá de esta frontera que, por tradición, ha servido como una barrera para el aprendizaje del estudiante (Aikenhead y Jegede, 1999).

Los puentes, conforme se han planteado en esta investigación, hacen referencia a un nuevo enfoque intercultural para la enseñanza de las ciencias, al abordar la diversidad cultural enlazando las visiones de mundo de los sujetos con su cultura en el marco de un contexto local; sumado a ello, los puentes promueven la comunicación y el diálogo intercultural, lo que da lugar a la interacción en la heterogeneidad que existe actualmente en la educación. Además, se consideran puntos de transición gracias

a los que es posible superar los obstáculos que los estudiantes presentan en el aula de clase al aprender ciencias. Así mismo, los puentes implican la idea de mudanza y cambios que forman parte del cruce de fronteras culturales al manifestar la idea de una transición tranquila hacia el conocimiento científico como enuncian (Aikenhead y Jegede, 1999).

Como conclusión, los puentes elogian las diferencias y permiten un flujo de ida y vuelta en el conocimiento, de allí que puedan ser establecidos entre culturas, tradiciones, culturas académicas y profesionales fortaleciendo el diálogo que enriquece como plantea la interculturalidad. El compromiso desde lo intercultural es entonces promover el diálogo entre los CET y los CCE, e implica que ambos tipos de conocimientos estén al mismo nivel y ninguno sobrepone al otro. En la enseñanza de ciencias, el diálogo intercultural que se propone involucra una relación de comunicación simétrica en la cual las dos posiciones se presentan en forma armónica con oportunidad para cada uno de los participantes de exponer sus argumentos y sus razones. Es condición indispensable el posicionamiento de los conocimientos, en este caso CCE y CET en la misma posición, es decir, al mismo nivel sin que prevalezca uno sobre

el otro. La ciencia moderna occidental debe dar espacio a la exposición de los argumentos de los CET por parte de los estudiantes y profesores para armonizar su cultura de origen con la cultura de la ciencia.

Los puentes como metáfora permiten la construcción de significados que son expresados en el aula de clase y que acercan los contextos de la vida cotidiana de los alumnos hacia el aprendizaje de ciencias, para facilitar transferencia de un conocimiento de un contexto a otro que no es una tarea sencilla.

Los puentes entre conocimientos deben ser contruidos de forma robusta y fuerte, ya que son una oportunidad para que los estudiantes realicen el cruce de fronteras, logren el aprendizaje y a partir de ellos se formen ciudadanos emancipados habilitados para participar en la reconstrucción y fortalecimiento de las identidades de las naciones.

Referencias

- Aikenhead, G. y Jegede, O. (1999). Cross-Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 269-287.
- Aikenhead, G. y Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Culture Studies of Science Education*, 2, 539-620. <https://doi.org/10.1007/s11422-007-9067-8>
- Arcá, M., Guidoni, P., y Mazzoli, R. (1990). *Enseñar Ciencia*. Paidós: Barcelona.
- Baptista, G. (2014). Do cientificismo ao diálogo intercultural na formação do professor e ensino de ciências. *Interações*, 31, 28-53. Recuperado de <http://www.eses.pt/interaccoes>
- Bryan, L.A. y Atwater, M.M. (2002). Teacher Beliefs and Cultural Models: A Challenge for Science Teacher Preparation Programs. *Science Teacher Education*, 86, 821-838. [https:// DOI 10.1002/sce.10043](https://DOI.10.1002/sce.10043)
- Cabo-Hernández, J.M. y Enrique, C. (2004). Hacia un concepto de ciencia intercultural. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 137-146.
- Candau, V.M. (2008). Direitos humanos, educação e interculturalidade: as tensões entre igualdade e diferença. *Revista Brasileira de Educação*, 13(37), 45-57. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782008000100005>
- Carla, C., Crislayne, B. y Gomes, G. (2013). Docência: conhecimentos necessários ao exercício da profissão. Atas Do IX Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciência. p 1-8. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0825-1.pdf>
- Castaño, N. (2014). Enseñanza de la biología y diversidad cultural. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (Extraordinario), 407-412.

- Castro, M. (2008). Dificultades en la construcción de conocimientos en las ciencias naturales. Un estudio de la biología de cuarto año de educación media. (Tesis doctoral en Educación. Doctorado en Educación). Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Cobern, W. y Aikenhead, G. (1997). Cultural Aspects of Learning Science. *Scientific Literacy and Cultural Studies Project*, 13.
- Cobern, W. y Loving, C. (2000). *Defining "Science" in a Multicultural World: Implications for Science Education*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Cole, M. (1999). *Psicología cultural*. Madrid: Morata.
- Cole, M. y Engerstrom, Y. (2001). Enfoque histórico-cultural de la cognición distribuida. En: G. Salomon (comp.). *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas* (pp. 23-74). Buenos Aires: Amorrortu.
- Corsiglia, J. y Snively, G. (2001). Discovery Indigenous Science: Implications for Science Education. *Science Education*, 85, 6-34. Recuperado de <http://www.duluth.umn.edu/~kzak/documents/Snively01-NOSCult.pdf>
- Crossley, M. (2008). Brining cultures and traditions for educational and international development: comparative research, dialogue and difference. *International Review of Education*, 54, 319-336. <https://doi.org/DOI.10.1007/s11159-008-9089-9>
- D'Amore, B. (2006). Conclusiones y perspectivas de investigación futura. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, (núm. esp.), 301-306.
- De Castro, D.R. y Rui Ribas Bejarano, N. (2013). Os conhecimentos alternativos e científicos na área de ciências naturais: uma revisão a partir da literatura internacional. *Ciência & Educação*, 19(1), 1-14.
- De Sousa Santos, B. (2010). Descolonizar el saber, reinventar el poder. *Ediciones Trilce-Extensión. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay*. 113p.
- Diniz, R.H.N. y De Sousa Santos, M.S. (2013). O pensamento analógico como instrumento de aprendizagem: o uso de analogias na robótica educacional. *Atas Do IX Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciência*. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1676-1.pdf>
- Dotger, S.; Dotger, B.H. y Tillotson, J. (2009). Examining How Preservice Science Teachers Navigare Simulated Parent-Teacher Conversations on Evolution and Intelligent Design. *Science Teacher Education*, 94, 552-570. <https://doi.org/10.1002/sce.20375>
- El-Hani, C.N. y Mortimer, E.F. (2007). Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. *Culture Studies of Science Education*, 2, 657-702.
- Fajardo, L.A. (2006). La metáfora como proceso cognitivo. *Forma y Función*, 19, 47-56.
- Fernandes da Silva, M. y Laburú, C.E. (2013). Metáforas no discurso dialógico/univocal em conteúdo de ciências de preservação da água. *Atas Do IX Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências*. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0347-1.pdf>

- França, E.S.; De Melo, M.C. y Munford, D. (2011). *Visões sobre diferenças na sala de aula de Ciências e o ensino sobre Ciências: explorando relações a partir da prática pedagógica de professoras do Ensino Fundamental*. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em educação em ciencias. Atas. Campinas. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0289-1.pdf>
- García, N. (2004). *Diferentes, desiguales y desconectados. Mapas de la interculturalidad*. Madrid: Gedisa Editorial.
- Geertz, C. (1986). *La interpretación de las culturas*. Barcelona: Gedisa Editorial.
- George, J. (2001). *Culture and Science Education: A Look from the Developing World*. Action Bioscience. Recuperado de <http://www.actionbioscience.org/education/george.html>
- Giaccaaglia, L. (2007). La metáfora en la investigación. *La Trama de la Comunicación*, 12, 201-205.
- Harman, W. (2003). El lugar de la metáfora en la conciencia del pensamiento. *Polis. Revista de la Universidad Bolivariana*, 2(6), 1-10.
- Hodson, D. (1999). Going Beyond cultural Pluralism. Science Education for Sociopolitical Action. *Issues and Trends*, 83(6), 775-796. Recuperado de [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199911\)83:6%3C775::AID-SCE8%3E3.0.CO;2-8/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-237X(199911)83:6%3C775::AID-SCE8%3E3.0.CO;2-8/abstract).
- Jegede, O.J. (1995). Collateral learning and the Eco-cultural Paradigm in Science and Mathematics Education in Africa. *Studies in Science Education*, 25(1), 97-137. <https://doi.org/10.1080/03057269508560051>
- Lee, O. (1999). Science Knowledge, World Views, and Information Sources in Social and Cultural Contexts: Making Sense After a Natural Disaster. *American Educational Research Journal*, 36(2), 187-219.
- Lee, O. (2002). Promoting Scientific Inquiry with Elementary Students from Diverse Cultures and Languages. *Review of Research in Education*, 26, 23-69.
- Lee, O. (2005). Science Education and Student Diversity: Synthesis and Research Agenda. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, 10(4), 433-440.
- Lee, O.; Buxton, C.; Lewis, S. y LeRoy, K. (2006). Science Inquiry and Student Diversity: Enhanced Abilities and Continuing Difficulties After an Instructional Intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 3(7), 607-636.
- Lopes-Scarpa, D. y Frateschi-Trivelato, S.L. (2013). Movimentos entre a cultura escolar e cultura científica: análise de argumentos em diferentes contextos. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, (edición especial "Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural"), 6(12), 69-85.
- López, O. (2014). *Diseño de andamiajes computacionales para apoyar la autonomía en el aprendizaje*. Cátedra Doctoral 3. Educación y Tecnologías de la Información

- y Comunicación. En: Angela Camargo Uribe Editora. Doctorado Interinstitucional en Educación-Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. p 49-68. Recuperado de <http://editorial.pedagogica.edu.co/docs/files/catedra%203%20baja.pdf>
- Lubben, F.; Netshisaulu, T. y Campbell, B. (1999). Students' Use of Cultural Metaphores and their Scientific Understandings Related to Heating. *Science Education*. 83(6): 761-774. Recuperado de [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199911\)83:6%3C761::AID-SCE7%3E3.0.CO;2-O/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-237X(199911)83:6%3C761::AID-SCE7%3E3.0.CO;2-O/abstract)
- Maddock, M.N. (1981). Science Education: an Anthropological Viewpoint. *Studies in Science Education*, 8(1), 1-26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/03057268108559884>
- Martín-Díaz, M. (2002). ¿Enseñanza de las ciencias para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57-63.
- Martínez, C.; Valbuena, E. y Molina, A. (2013). El conocimiento profesional que los profesores de ciencias de primaria tienen sobre el conocimiento escolar, en el Distrito Capital: un problema de investigación. El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar. *Res. Énfasis 10*. Bogotá: Doctorado Interinstitucional en Educación Universidad Distrital.
- McKinley, E. y Stewart, G. (2012). Out of Place: Indigenous Knowledge in the Science Curriculum. En: B.J. Fraser, K. Tobin y C.J. McRobbie (ed.). *Second International Handbook of Science Education* (pp. 541-554). Springer.
- Molina, A. (2000). *Conhecimento, cultura e escola. Um estudo das suas inter-relações a partir das ideias dos alunos (8-12 anos) sobre os espinhos de cactos*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Molina, A. (2007). Relaciones entre contexto cultural y explicaciones infantiles acerca del fenómeno de las adaptaciones vegetales. *Nodos y Nudos*, 3(23), 76-87.
- Molina, A. (2012). Desafíos para la formación de profesores de ciencias: aprender de la diversidad cultural. *Revista Internacional del Magisterio*, 57(6), 78-82.
- Molina, A. y Mojica, L. (2013). Enseñanza como puente entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, (edición especial "Enseñanza de las Ciencias y Diversidad Cultural), 6(12), 37-53.
- Molina, A. y Segura, D. (2000). *Explicaciones Infantiles. Planteamientos en educación*. Workshop Perspectivas en Didáctica de las Ciencias – Las experiencias del niño con el mundo natural. Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física. Rosario.
- Molina, A. y Utges, G. (2011). Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. Dos estudios de caso. *Revista de Enseñanza de la Física*, 24(2), 7-26.

- Molina, A.; Pérez, M.R.; Castaño, N.C.; Bustos, E.H.; Suarez, C.J. y Sánchez, M. E. (2012). Mapeamiento informacional bibliográfico en el campo de la enseñanza de las ciencias, contexto y diversidad cultural: el caso del Journal Cultural Studies in Science Education (CSSE). *Revista Educyt*, V(extraord.), 197-222.
- Mosquera, C.J. y Molina, A. (2011). Tendencias actuales en la formación de profesores de ciencias, diversidad cultural y perspectivas contextualistas. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 30, 9-29.
- Pérez-Mesa, M.R. (2013). Concepciones de biodiversidad: una mirada desde la diversidad cultural. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, (edición especial "Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural"), 6(12), 133-151.
- Pinhão, F. y Martins, I. (2011). A formação de professores para o Ensino de Ciências nos Anos Iniciais: traçando um panorama da pesquisa nacional. *Atas. VIII Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências*.
- Santibáñez, C. (2009). Metáforas y argumentación: lugar y función de las metáforas conceptuales en la actividad argumentativa. *Revista Signos*, 42(70), 245-269.
- Seithi, K.D. y Sumi, K.C. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 17(1), 35-50.
- Silva, A.; Mortimer, E. y Silveira, K. (2013). A Mudança do Discurso Dialógico para o de Autoridade: Análise de um Ponto de Transição. *Atas Do IX Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências*. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0199-1.pdf>
- Talanquer, V. (2009). Construyendo puentes conceptuales entre las varias escalas y dimensiones de los modelos químicos. *Educació Química*, (5), 11-17. <https://doi.org/10.2436/20.2003.02>
- Tippins, D.J.; June, G. y Britton, S. (2010). Considering the consequences of hybridity: protecting traditional ecological knowledge from predation. *Culture Studies of Science Education*, 3, 349-355.
- Tourón, J. y Santiago, R. (2013). Atención a la diversidad y desarrollo del talento en el aula. El modelo DT-PI y las tecnologías en la implantación de la flexibilidad curricular y el aprendizaje al propio ritmo. *Revista Española de Pedagogía*, 256, 441-459.
- Treviño, A. y Mayes, C. (2006). Creating a Bridge from High School to College for Hispanic Students. *Multicultural Education*, 12(2):74-77.
- Valderrama-Pérez, D.; Molina, A. y El-Hani, C. N. (2015). *Dialogue between scientific and traditional knowledge in the science classroom: Development study of a teaching sequence in a school in Taganga, Colombia*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 167: 217-222. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.665>

Wilson, B. (1981). The Cultural Contexts of Science and Mathematics Education: Preparation of a Bibliographic Guide. *Studies in Science Education*, 8, 27-44.

Zalpa, G. (2014). Análisis metáforico. Una herramienta para los estudios culturales. *Estudios Sobre las Culturas Contemporáneas*, XX(39), 149-171.

Para citar este artículo

Melo, N. (2017). Los puentes en la enseñanza de las ciencias: un compromiso para comprender las investigaciones sobre las relaciones entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, 42, 43-61.