



Diseño de prácticas interculturales de enseñanza de las ciencias basado en evidencia

Design of Intercultural Teaching Practices for Science Education based on evidence

Julio César Tovar-Gálvez

Instituto de Pedagogía Escolar y Didáctica de Escuela Primaria, Facultad de Filosofía III, Universidad Martin-Luther de Halle-Wittenberg, Alemania
joule_tg@yahoo.com

Andres Acher

Instituto de Pedagogía Escolar y Didáctica de Escuela Primaria, Facultad de Filosofía III, Universidad Martin-Luther de Halle-Wittenberg, Alemania
andres.acher@paedagogik.uni-halle.de

RESUMEN • El profesorado de ciencias se enfrenta a aulas culturalmente diversas, en las que coexisten la epistemología de las ciencias y las epistemologías tradicionales de las comunidades a las que pertenecen los estudiantes. Nuestro objetivo es apoyar al profesorado a la hora de establecer una relación incluyente entre dichas epistemologías, a través de un conjunto de prácticas interculturales de enseñanza de las ciencias (PIEC). Para diseñar las PIEC retomamos el puente epistemológico (PEp) que describe la relación de inclusión como el reconocimiento, validación y uso equitativo de las diversas epistemologías en el aula. Ponemos a prueba las PIEC. Los resultados muestran que la versión de PEp que el profesor participante llevó a la práctica, a través de las PIEC, es alternativa a lo propuesto. Dicha evidencia nos lleva a rediseñar las PIEC para guiar mejor al profesorado a la hora de planificar e implementar el PEp.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las ciencias; Profesores en servicio; Interculturalidad; Epistemología; Práctica de aula.

ABSTRACT • Science teachers face multicultural classrooms where the epistemology of science and the traditional epistemologies from the communities to which students belong coexist. Our purpose is to support teachers in establishing an inclusive relationship between such epistemologies, by providing them with a set of Intercultural Teaching Practices for Science Education (ITPSE). For designing the ITPSE we borrow the epistemological bridge (EB) which describes the inclusion relationship as the equitable recognition, validation and use of the diverse epistemologies. We tested the ITPSE. The results show us that the EB version that the participant-teacher took into practice, through the ITPSE, is an alternative to what we propose. This evidence suggests re-designing the ITPSE to better guide teachers in planning and enacting the EB.

KEYWORDS: Science education; In-service teachers, Interculturality; Epistemology; Classroom practice.

Recepción: enero 2019 • Aceptación: agosto 2019 • Publicación: marzo 2021

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que el profesorado de ciencias en servicio se enfrenta a aulas culturalmente diversas, hemos diseñado un conjunto de prácticas interculturales de enseñanza de las ciencias (PIEC). Creemos que cuando el profesorado usa dichas PIEC puede llevar a la práctica una relación de inclusión entre la epistemología de la ciencia occidental y las epistemologías de las culturas no occidentales (en adelante «tradicionales») a las cuales pertenecen sus estudiantes. Este artículo tiene como objetivo aportar evidencia y reflexiones de un profesor de química en servicio que hizo uso de las PIEC, para de esta manera identificar el aporte de nuestra propuesta y pensar en su posible rediseño, siendo este el primero de los ciclos constructivos de la investigación basada en el diseño (Edelson, 2002; Mckenny y Reeves, 2012; Sloane, 2006; van den Akker et al., 2006).

La inclusión es todo proceso de reconocimiento, validación y participación equitativa en y entre las diversas culturas (Arroyo, 2013; Guédez, 2005); siendo un caso específico la inclusión epistemológica, entendida como la relación equitativa entre las epistemologías pertenecientes a cada cultura (Tovar-Gálvez y Acher, 2019). Orientar procesos educativos que respondan a la inclusión cultural ha sido abordado por la educación intercultural a nivel global (Council of Europe, 2008; OECD, 2010; UNESCO, 2006). Con ello se pretende que en las instituciones educativas se reconozca y valore el bagaje cultural de los estudiantes (López y Küper, 1999; Tubino, 2005; Walsh, 2009). Sin embargo, aún es necesario llevar dichas agendas a la práctica en el contexto escolar (Guido y Bonilla, 2010). Como respuesta, los formadores de profesores han identificado que el profesorado reconoce la diversidad cultural, pero que con frecuencia no saben cómo llevar los discursos a la práctica (Atwater et al., 2010; Molina et al., 2014; Molina y Utges, 2011). Otros avances muestran procesos de sensibilización del profesorado respecto a la diversidad cultural (Ogunniyi y Hewson, 2008); otros plantean modelos teóricos de enseñanza intercultural de las ciencias (Jegade y Aikenhead, 1999; Valladares, 2011a y 2011b), y otros son experiencias de enseñanza de contenidos específicos desde la perspectiva intercultural (Aikenhead, 2001; Aikenhead y Michell 2011; Valderrama-Pérez, Molina y El-Hani, 2014).

Los referentes citados contribuyen a comprender que el profesorado reconoce la diversidad cultural en sus aulas, a cómo ayudarlos a ser conscientes de ello y a mostrarles modelos generales para tal fin; así como aportan unidades didácticas o secuencias para la enseñanza inclusiva entre ciertos contenidos científicos y tradicionales. Sin embargo, no contamos con suficiente evidencia empírica sobre cómo llevar varios de estos estudios al aula, cómo enseñárselos al profesorado para que los use en la práctica, qué enseñar al profesorado que no solo sea teoría y a que su vez no solo sea un caso específico, o sobre cómo el profesorado ha llevado a la práctica dichas propuestas.

Pretendemos que las PIEC diseñadas sean un intermedio entre la teoría educativa sobre inclusión epistemológica y la práctica en el aula; que no sean tan abstractas o generales, pero tampoco tan específicas; que se puedan enseñar al profesorado y que podamos estudiar cómo ellos las usan. Teniendo en cuenta que en esta etapa de la investigación el problema está en la escasa evidencia disponible sobre cómo el profesorado ha llevado a la práctica las propuestas de enseñanza de las ciencias en contextos culturalmente diversos, la pregunta para orientar el estudio es: ¿cómo podemos informar empíricamente el diseño de las PIEC a partir de la evidencia obtenida de la implementación realizada por un profesor de secundaria?

MARCO TEÓRICO

Para diseñar las prácticas interculturales de enseñanza de las ciencias, a través de las cuales esperamos que el profesorado lleve al aula la relación de inclusión entre epistemologías, retomamos el puente epistemológico (PEp). Luego lo expresamos como prácticas de enseñanza (PE), para así poderlo enseñar al profesorado y estudiar cómo lo usa en el aula.

El puente epistemológico como una forma de llevar al aula la relación de inclusión epistemológica

Interpretamos que para Castaño (2009) el PEp es la construcción de saberes en el aula de ciencias, a través de la legitimación de otras epistemologías alternas a la de la ciencia, lo que implica que profesores, estudiantes y comunidades establezcan diálogos y cooperación de manera equitativa. La autora y su equipo (Castaño et al., 2011) han enseñado al profesorado a emplear el PEp en el diseño de experiencias didácticas basadas en el uso del conocimiento biológico y del conocimiento tradicional (campesino e indígena), para que sus estudiantes en las escuelas resuelvan problemas. Con el PEp se contribuye a resolver el problema de llevar la teoría sobre enseñanza de las ciencias en contextos culturalmente diversos a la práctica del aula; así como el problema de dotar al profesorado con un fundamento para diseñar experiencias didácticas que no solo sean para enseñar unos contenidos específicos. Aún queda la pregunta sobre cómo enseñarle al profesorado a llevar el PEp al aula y la tarea de obtener información empírica sobre experiencias de aula fundamentadas en el PEp. Para avanzar en ello proponemos hacer operativo el PEp a través de unos principios prácticos, con los cuales describir las experiencias de enseñanza-aprendizaje incluyentes epistemológicamente. Esta descripción nos permite acercarnos a delimitar cómo enseñar el PEp al profesorado y a estudiar su uso en el aula.

Principio de independencia epistemológica (IE)

Este principio enuncia que las diversas epistemologías tienen su propia naturaleza, estructura, dinámica y validez intrínseca. Lo usamos para enseñarle al profesorado a reconocer y validar las diversas epistemologías de manera equitativa; para que así las puedan tomar como contenidos que enseñar. La IE tiene su fundamento en la pluralidad epistemológica (Cobern y Loving, 2001; El-Hani y Mortimer, 2007; Lowan, 2012; Mpofu et al., 2014; Sedano, 2013; Valladares, 2011a y 2011b), desde donde se reconoce que además del conocimiento científico y su epistemología, existen otras formas de conocimiento y sus respectivas epistemologías; cada una válida en su contexto. El resultado es que los profesores identifican como contenido que enseñar las epistemologías de las ciencias y la tradicional; respetando su propia naturaleza, sentidos y criterios, sin explicar la una desde la otra, sin priorizar alguna, o sin mezclarlas, para guiar a sus estudiantes a explicar fenómenos naturales con ellas.

Por ejemplo, una profesora no logra poner en práctica la IE cuando aborda con sus estudiantes la Chicha (bebida fermentada de maíz de la cultura tradicional indígena y campesina colombiana) como un proceso que «en realidad» es la fermentación realizada por levaduras. Si bien es cierto que la profesora está haciendo uso de ambas epistemologías en la clase, está usando los criterios de la ciencia occidental para explicar un producto de una cultura tradicional no occidental. No ha delimitado el dominio de cada epistemología y relega lo tradicional a ser un contexto para enseñar ciencia. La profesora pone en práctica la IE cuando aborda con sus estudiantes la idea de reacción química para explicar el proceso de fermentación de un sistema y al mismo tiempo la idea de usos de la Chicha para explicar el proceso de curación (punto adecuado para consumo) de esta.

Principio de similitud epistemológica (SE)

Este principio enuncia que las diversas epistemologías tienen elementos comunes entre sí para la producción de conocimiento. Lo usamos para enseñarle al profesorado a identificar prácticas dentro de cada epistemología, las cuales tienen un objetivo similar entre sí; para que desde allí involucren a sus estudiantes a participar de manera equitativa en las diversas epistemologías. La SE tiene fundamento en la interculturalidad (Aikenhead, 1996; Aikenhead y Michell, 2011; Castaño, 2009; Gay, 2013;

Hansson, 2018; Mpofu et al., 2014; Teo, 2013), desde donde se reconoce la posibilidad de cruzar las fronteras epistemológicas, partiendo de posibles intersecciones o similitudes que permitan el tránsito entre epistemologías. El resultado es que el profesorado identifica procesos, situaciones, acciones, valores, instrumentos, artefactos, prácticas, etc., con similar objetivo en la producción de conocimiento tanto en la epistemología científica, como en la tradicional; para que sus estudiantes los reconozcan y los usen de manera equitativa, y de allí tomen elementos para explicar fenómenos.

Por ejemplo, un profesor no logra poner en práctica la SE cuando involucra a los estudiantes en experiencias de laboratorio para determinar el pH de sistemas de fermentación y para identificar el grado de curación de una Chicha de manera independiente, pero sin hacer explícito que ambas experiencias tienen objetivo epistemológico común (generar productos a partir de las ideas centrales de cada epistemología). El caso contrario sería cuando el profesor involucra a sus estudiantes en las experiencias de cada cultura, identificando que en ambas las comunidades poseen prácticas específicas que tienen como objetivo generar información o productos; siendo esta una similitud o punto en común, sin dejar de lado la IE.

Diseño de prácticas interculturales de enseñanza de las ciencias (PIEC)

Los dos principios prácticos permiten dar un paso en el objetivo de transformar el PEp en un apoyo práctico que pueda usar el profesorado para concretar la relación de inclusión en sus aulas. Sin embargo, teniendo en cuenta que la población objetivo son profesores en servicio, quienes requieren procesos formativos en y para sus contextos, elegimos traducir el PEp en prácticas de enseñanza (PE). Las PE son un enfoque empleado por Windschitl et al. (2012) para enseñar a profesores de ciencias principios prácticos derivados de la teoría didáctica, expresándolos como acciones didácticas delimitadas, pero abiertas para ser usadas en cualquier nivel educativo y con cualquier contenido científico. Entonces traducimos el puente epistemológico en tres prácticas de enseñanza, las cuales hemos llamado prácticas interculturales de enseñanza de las ciencias (PIEC) y que expresamos en tareas:

- PIEC I. Planificación del puente epistemológico: el objetivo es que el profesorado tome decisiones didácticas usando el PEp. Esta PIEC se hace operativa por medio de:
 - Tarea de planificación 1: Identifique los contenidos epistemológicos de cada cultura, los cuales va a enseñar, y organícelos en las categorías: ideas centrales, prácticas de producción y prácticas de legitimación (retomado y adaptado de NRC, 2012), conservando la independencia epistemológica (IE). Una práctica de producción es una experiencia a través de la cual las comunidades hacen uso de su conocimiento para originar información, bienes, productos o nuevo conocimiento. En las ciencias, los experimentos de laboratorio son una práctica de producción; mientras que en lo tradicional puede ser la elaboración de un tejido, alimento, utensilio, medicina, etc. Una práctica de legitimación es una experiencia a través de la cual las comunidades emplean reglas para regular, reconocer, respaldar y difundir su conocimiento y productos. En lo tradicional, las comunidades legitiman el conocimiento cuando los adultos dan el conocimiento a las nuevas generaciones; en ciencias, cuando emplean protocolos, estadísticas y demás formas de validación.
 - Tarea de planificación 2: Identifique posibles similitudes epistemológicas (SE) entre las prácticas de ambas epistemologías, sin dejar de conservar la IE.
- PIEC II. Enseñanza de prácticas de producción: el objetivo es que el profesorado implemente las decisiones tomadas desde el PEp. Esta PIEC se hace operativa por medio de:
 - Tarea de Enseñanza 1: Involucre a sus estudiantes en prácticas de producción científica y prácticas de producción tradicional para que recolecten información sobre un fenómeno

- estudiado. El profesorado motiva a los estudiantes a transitar entre los tipos de prácticas, identificando su similar objetivo epistemológico y conservando la IE.
- PIEC III. Enseñanza de prácticas de legitimación: el objetivo es que el profesorado implemente las decisiones tomadas desde el PEp. Esta PIEC se hace operativa por medio de:
 - Tarea de Enseñanza 2: Involucre a sus estudiantes en prácticas de legitimación científica y prácticas de legitimación tradicional, para que recolecten información sobre un fenómeno estudiado. El profesorado motiva a los estudiantes a transitar entre ambos tipos de prácticas, identificando su similar objetivo epistemológico y conservando la IE.

METODOLOGÍA

Unidades de análisis o constructos a estudiar

Elegimos dos unidades de análisis que nos permiten obtener evidencia para informar empíricamente nuestro diseño de PIEC. Una es la epistemología práctica del profesor y la otra es la reflexión y retroalimentación que hace el profesor sobre su práctica y las PIEC.

La visión pragmática de Wickman (2004) interpreta cada experiencia didáctica como una epistemología que el profesorado ha puesto en práctica, la cual afecta el curso del aprendizaje. Esto quiere decir que cuando el profesorado está haciendo uso de las PIEC, está poniendo en práctica su versión del puente epistemológico. Los análisis de las epistemologías prácticas o epistemologías que el profesorado lleva a la práctica (Piqueras, Wickman y Hamza, 2011; Wickman, 2012) consisten en interpretar evidencia de dimensiones observables de la práctica docente, tales como: lo que dice el profesorado, sus acciones y los materiales diseñados. Para estudiar la versión de puente epistemológico que el profesorado pone en práctica a través del uso de las PIEC, interpretamos evidencia de: *a*) lo que dice el profesorado: el sentido que asignan verbalmente a las epistemologías, sus relaciones y usos, *b*) acciones del profesorado: naturaleza y sentido de las prácticas en las que involucra a sus estudiantes, *c*) material diseñado por el profesorado: esquemas, formatos, guías de trabajo, instrucciones, modelos, etc., en los que se identifique relación entre las epistemologías.

El análisis de la reflexión y retroalimentación que hace el profesorado sobre su práctica didáctica y las PIEC consiste en interpretar los reportes que proveen como una forma de deconstruir y dar sentido a lo sucedido en su aula y como evidencia de los aportes y limitaciones de las PIEC. Así no solo se evalúa el diseño desde la perspectiva de los investigadores, sino también desde la perspectiva del profesorado.

Unidad de observación que provee la evidencia sobre el diseño

Un profesor de química en servicio se vincula al proyecto, con el objetivo de llevar a la práctica las 3 PIEC y proveernos de evidencia para informar al diseño. Su título universitario es de profesor de química y educación ambiental, y su máster, de docencia de la química. El profesor comunica que tiene experiencia en la enseñanza intercultural de la química, por su trabajo de tesis de grado. Manifiesta que para él la diversidad cultural se relaciona con las múltiples formas de razonar e interpretar el entorno. No identifica diversidad cultural en su colegio, debido a que todos los estudiantes son de la misma región; y expresa que las exigencias de tiempo no permiten pensar en, por ejemplo, abordar aspectos de las culturas. El profesor tiene 29 años, experiencia docente de 6 años y se encuentra trabajando en el municipio de Landázuri, departamento de Santander, a unas 9 horas por carretera de la ciudad de Bogotá en Colombia. El colegio es urbano, el profesor enseña química en secundaria y los estudiantes con quienes implementa las PIEC tienen una edad de entre 14 y 16 años.

Durante la primera fase se entrevista al profesor respecto a cómo percibe la diversidad cultural en su colegio y la manera en que la aborda en su clase de química. Así mismo se le presenta la propuesta. El profesor verbaliza lo que planifica hacer con sus estudiantes, respecto a las prácticas de producción de ambas epistemologías y cómo las ideas centrales correspondientes giran en torno a dichas prácticas. Elige trabajar sobre la chicha. El producto esperado para esta primera fase es la planificación realizada según indican las dos tareas de la primera PIEC. Sin embargo, el profesor no provee este producto.

La siguiente fase consiste en que el profesor desarrolla sus clases usando las PIEC. En el periodo de un mes el profesor lleva a cabo 3 clases con sus estudiantes y una experiencia práctica. A partir de ello el profesor provee registros de audio de las clases, descripciones e interpretaciones que él hace de sus propias clases, fotografías de la experiencia práctica (producción de chicha) y un cuadro en el que resume las actividades que desarrolló.

La fase final se da con la evaluación que el profesor hace de la implementación del diseño y sus sugerencias específicas respecto a herramientas o requerimientos que él considera necesarios para cualificar las PIEC.

Datos o unidades de información

Continuando con el pragmatismo de Wickman, para esta investigación los datos o unidades de información son lo que dice el profesor en clase, sus acciones dirigidas a la enseñanza y el material que diseñó para tal fin. Las fuentes de información son el profesor y el investigador. La información se recolectó en los reportes del profesor (grabaciones de audio de la clase, audios con descripciones y reflexiones sobre la clase, cuadro de planificación de las clases y evaluación del proceso) y el diario de campo del investigador. Los datos son definidos y analizados a través de un sistema de categorías a priori. Dichas categorías son a priori porque se derivan de la definición que hacemos del objeto de estudio a través del marco teórico.

Análisis de la información

Sistema de categorías a priori para análisis deductivo

Expresamos ambas unidades de análisis como categorías. Así, la «epistemología práctica del profesor» la estudiamos a través de la categoría «puente epistemológico» y las subcategorías: «independencia epistemológica» y «similitud epistemológica». La «reflexión sobre la práctica y retroalimentación de las PIEC» la estudiamos a través de la categoría «potencial de las PIEC para guiar al profesorado» y la subcategoría «puesta en práctica, adaptación y herramientas».

Sin embargo, no toda la información registrada se deriva de la puesta en escena del PEp, por lo que definimos un conjunto de indicadores, el cual nos permite discriminar la información relativa al desempeño del profesorado en el marco del PEp de aquella que no (por ejemplo, diálogos sobre temas personales, aspectos administrativos de la escuela, etc.) (véase tabla 1). Esta parte del análisis es deductivo o dirigido.

Tabla 1.
Sistema de categorías, subcategorías e indicadores para análisis deductivo

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Indicadores</i>
Puente epistemológico	Independencia epistemológica (IE)	Planifica y desarrolla con sus estudiantes ideas centrales, científicas y tradicionales con IE
		Planifica e involucra a sus estudiantes en prácticas de producción y legitimación, científicas y tradicionales con IE
		Planifica e involucra los estudiantes en proponer explicaciones desde cada epistemología con IE
	Similitud epistemológica (SE)	Planifica e involucra a sus estudiantes en prácticas de producción y legitimación, científicas y tradicionales con SE
		Planifica e involucra a sus estudiantes en la construcción de explicaciones desde cada epistemología con SE
Potencial de las PIEC para guiar al profesorado	Puesta en práctica, adaptación y herramientas	Evalúa la claridad, suficiencia y facilidad de las PIEC por su objetivo y puesta en práctica
		Da cuenta del cambio, reinterpretación o modificación respecto a lo que proponen las PIEC y sus objetivos
		Identifica posibles herramientas necesarias para desarrollar las PIEC

Identificación de tendencias emergentes para el análisis inductivo

Una vez agrupados los extractos que identifica cada indicador, se procede a realizar un segundo análisis, que consiste en identificar tendencias o variaciones. Por ejemplo, respecto al indicador «Planifica y desarrolla con sus estudiantes ideas centrales, científicas y tradicionales con IE» puede suceder que los eventos correspondan de manera divergente. Es decir, puede que en algunos eventos el profesor planifique y desarrolle ideas centrales priorizando una sobre la otra; en otros eventos, explicando la una con la otra; y en otros, abordando ambas con la misma relevancia. Entonces se puede decir que el profesor pone en práctica la IE de manera variada cuando aborda las ideas de cada epistemología. El número de eventos agrupados es relevante porque indica el uso más o menos frecuente que le da el profesor a la IE y la SE, ya sea en las ideas centrales, las prácticas de producción, las prácticas de legitimación o las explicaciones. Dicha frecuencia indica qué es importante para el profesor poner en práctica. Este análisis abre la posibilidad de comprender mejor los usos que los profesores dan a las PIEC para llevar el PEp a la práctica. Esta parte del análisis es inductivo o emergente.

Descripción de las unidades de análisis

El tercer tipo de análisis se corresponde con describir las unidades de análisis a partir de la información organizada y agrupada por medio del sistema de categorías: *a)* La versión de PEp que el profesor lleva a la práctica es descrita por nuestra interpretación de las relaciones entre epistemologías que son evidentes en lo que dice y hace el profesor durante el uso de las PIEC, así como en los materiales que diseñó para tal fin. Asumimos que la versión de PEp que el profesor lleva a la práctica está mediada por el uso de las PIEC, por lo que, si su versión no corresponde con la descrita en el marco teórico, entonces tenemos evidencia para rediseñar las PIEC. *b)* La reflexión y retroalimentación del profesor es descrita por nuestra interpretación de lo que dice el profesor durante los momentos en que da cuenta de su práctica y en que evalúa la PIEC; obteniendo allí información para un posible rediseño de las PIEC.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Sistema de categorías a priori y tendencias emergentes en el desempeño del profesor

Aquí sintetizamos el análisis deductivo a través del sistema de categorías a priori y el análisis inductivo a través de las tendencias emergentes. Los indicadores permitieron identificar 110 extractos o citas, los cuales se codificaron según el sistema de categorías (véanse tablas 2 y 3). Al analizar que las citas corresponden con los indicadores de diferentes maneras, podemos hablar de tendencias en el desempeño del profesor. Eso quiere decir que el profesor pone en práctica el puente epistemológico de manera alterna al marco teórico, porque hace uso de los principios de IE y SE con diferentes sentidos al planificar y desarrollar las ideas centrales, prácticas de producción, prácticas de legitimación y explicaciones (en adelante «categorías de organización» de los contenidos y el objetivo de aprendizaje). Esas tendencias también nos muestran los principales logros y dificultades que tuvo el profesor al usar las PIEC, siendo ello evidencia para pensar su posible rediseño.

Tabla 2.
Resultados para la categoría «puente epistemológico»

Unidad de análisis: versión de puente epistemológico llevado a la práctica		
Categoría puente epistemológico (63 citas)		
Subcategoría independencia epistemológica IE (49 citas)		
<i>Indicadores</i>	<i>Tendencias en el desempeño</i>	#
Planifica y desarrolla con sus estudiantes ideas centrales, científicas y tradicionales con IE	Aborda ambas ideas centrales con IE	14
	Aborda ambas ideas centrales, priorizando una	01
	Aborda una sola de las ideas centrales con IE	07
Planifica e involucra a sus estudiantes en prácticas de producción y legitimación, científicas y tradicionales con IE	Planifica con sus estudiantes solo ambas prácticas de producción con IE	08
	Involucra a los estudiantes solo en prácticas de producción y legitimación tradicional con IE	09
Planifica e involucra a los estudiantes en proponer explicaciones desde cada epistemología con IE	Aborda las explicaciones con IE	05
	No involucra a sus estudiantes en hacer concretas las explicaciones con IE	05
Subcategoría similitud epistemológica SE (14 citas)		
<i>Indicadores</i>	<i>Tendencias en el desempeño</i>	#
Planifica e involucra a sus estudiantes en prácticas de producción y legitimación, científicas y tradicionales con SE	Planifica con sus estudiantes solo ambas prácticas de producción con SE	06
	Planifica con sus estudiantes solo ambas prácticas de producción con SE implícita	02
Planifica e involucra a sus estudiantes en la construcción de explicaciones desde cada epistemología con SE	Aborda las explicaciones con SE implícita	02
	No involucra a sus estudiantes en hacer concretas las explicaciones con SE	04

Tabla 3.
Resultados para la categoría «potencial de las PIEC para guiar al profesorado»

Unidad de análisis: reflexión sobre la práctica y retroalimentación de las PIEC		
Categoría potencial de las PIEC para guiar al profesorado (47 citas)		
Subcategoría puesta en práctica, adaptación y herramientas (47 citas)		
<i>Indicadores</i>	<i>Tendencias en el desempeño</i>	#
Evalúa la claridad, suficiencia y facilidad de las PIEC por su objetivo y puesta en práctica	Claridad para usar los principios de IE y SE en las categorías de organización	14
	Dificultad para usar los principios de IE y SE en las categorías de organización	10
	Identifica requerimientos para los profesores	05
Da cuenta del cambio, reinterpretación o modificación respecto a lo que proponen las PIEC y sus objetivos	Inicia el proceso planificando con sus estudiantes las prácticas de producción de ambas epistemologías	05
Identifica posibles herramientas necesarias para desarrollar las PIEC	Planificación y cronograma general	03
	Uso de la IE y la SE en todas las categorías de organización	08
	Orientación en las explicaciones y las categorías de organización	02

Unidad de análisis «versión de puente epistemológico que el profesor llevó a la práctica»

A partir de los hallazgos en la categoría «puente epistemológico» se puede decir que la versión de PEp llevado a la práctica por el profesor, usando las PIEC, es alternativo al propuesto en el marco teórico, en el sentido de que: *a)* privilegia una epistemología; *b)* pone en práctica de manera frecuente la independencia epistemológica, pero no la similitud epistemológica; *c)* involucra a sus estudiantes en el uso y participación de algunas de las categorías de organización; *d)* se concretan parcialmente las explicaciones como producto de aprendizaje de los estudiantes. Usar de manera parcial los principios de IE y SE para planificar las categorías de organización de contenidos y producto de aprendizaje, así como para involucrar a los estudiantes en la participación de estos es una relación parcialmente incluyente. Esto quiere decir que debemos rediseñar las PIEC para ayudar mejor al profesor a involucrar a sus estudiantes en reconocer, valorar y participar de manera equitativa tanto en la epistemología de las ciencias, como en la epistemología tradicional. A continuación, desarrollamos cada uno de los aspectos que permiten llegar a tal afirmación:

El profesor privilegia una epistemología sobre la otra

Si bien es cierto que el profesor reconoce tanto la epistemología científica como la tradicional y además planifica las categorías de organización de contenidos de ambas, en la implementación da mayor valor a la epistemología tradicional e involucra a sus estudiantes solo en la práctica de producción tradicional.

Al inicio del proceso el profesor presenta verbalmente a los investigadores su planificación: idea central científica (la estequiometría y las leyes ponderales), idea central tradicional (la chicha como bebida sagrada), práctica de producción tradicional («caracterización» de chicha en proceso de curación), práctica de producción científica («caracterización» de sistemas de fermentación). Durante la implementación hace uso de ambas ideas centrales para abordar con los estudiantes cómo explicar un fenómeno desde cada una y sobre cómo obtener información útil a través de las prácticas de cada epistemología. Finalmente, solo implementa la práctica de producción tradicional.

Ejemplo de cuando el profesor hace uso de ambas ideas centrales con la misma relevancia:

- W04RGP-10 [El profesor a los estudiantes] «Que eso quede muy claro: cuando yo hablo de fenómeno de fermentación, estoy hablando desde el pensamiento científico; cuando yo estoy hablando de la elaboración de la chicha, entonces desde el pensamiento popular...».

El profesor pone en práctica de manera frecuente la independencia epistemológica, pero no la similitud epistemológica

Durante su desempeño a través de las PIEC, el profesor hace explícita la independencia epistemológica. Ello se evidencia durante el desarrollo de las ideas centrales con sus estudiantes, explicando que lo químico y lo tradicional son diferentes «tipos de pensamiento». Así mismo planifica con sus estudiantes las prácticas de producción para cada epistemología, delimitando con énfasis los diferentes sentidos, objetivos y usos. Cuando involucra a los estudiantes en la práctica de producción tradicional, también hace evidente la independencia. En contraste, el profesor no hace especial énfasis en la similitud que puede haber entre ambas epistemologías; si bien lo hace explícito durante su explicación sobre qué son los «tipos de pensamiento», no lo hace durante el desarrollo de la práctica tradicional de producción de chicha.

Ejemplo cuando el profesor hace uso explícito de la independencia epistemológica:

W04RGP-19 [El profesor a los estudiantes] «Las cosas tienen que llamarse por su nombre... Chicha es chicha, Fermentación es fermentación... la curación o qué tan curado está [señalando lo tradicional en el diagrama] y nivel de fermentación [señalando lo químico en el diagrama]... si estamos hablando de tipos de pensamientos no le tendríamos que decir un guarapo [tipo de chicha] fermentado, sino guarapo curado, porque lo curado me muestra lo fuerte o si ya es consumible».

El profesor involucra a sus estudiantes en el uso y participación de algunas de las categorías de organización

Durante sus conversaciones con los investigadores el profesor planifica verbalmente las categorías: ideas centrales y prácticas de producción, para ambas epistemologías, además de la práctica de legitimación tradicional. Posteriormente hace uso de las ideas centrales de ambas epistemologías, para ilustrarle a los estudiantes ambos tipos de prácticas de producción y cómo explicar un fenómeno desde ambos puntos de vista; pero ya no hace referencia a la práctica de legitimación tradicional. Finalmente involucra a los estudiantes en el desarrollo de la práctica de producción tradicional; proceso durante el cual los investigadores identifican elementos de la legitimación de la chicha.

Ejemplo de cuando el profesor planifica con sus estudiantes prácticas de producción científicas y tradicionales:

- W04RGP-15 [El profesor a los estudiantes] «...y lo dijimos acá [tablero] que la caracterización en cada uno de esos pensamientos tiene una caracterización específica... entonces, acá [científico] vamos a hablar de pH, acá vamos a hablar de disolución o porcentaje de alcohol... esto para la parte de pensamiento científico, y aquí vamos a hallar el porcentaje de dióxido de carbono... entonces, acá [tradicional] ¿qué vamos a analizar?: color, olor, [estudiantes ayudan a recordar las características de la chicha] sabor, espesor... nivel de curación...».

Las explicaciones como producto de aprendizaje de los estudiantes se concretan parcialmente

El profesor no planificó cómo involucrar a sus estudiantes en la producción de explicaciones desde el puente epistemológico; pero presentó a sus estudiantes ejemplos sobre cómo explicar a un solo fenómeno desde diferentes perspectivas, e hizo uso de las ideas centrales de cada epistemología para analizar cómo se puede explicar un sistema de fermentación desde la química y cómo explicar la chicha desde el conocimiento tradicional. Aunque involucrar a los estudiantes en las ideas centrales y prácticas aportando elementos para que los estudiantes construyan explicaciones, las mismas finalmente no se concretaron.

Ejemplos de cómo el profesor motiva a los estudiantes a construir explicaciones:

- W04RGP-14 [Profesor a los estudiantes] «Pero ¿de ambos lados vamos a tener el mismo líquido?... lo que pasa es que lo estoy averiguando desde distinta forma de pensar y esta también es la realidad en el conocimiento... por ejemplo Luis Carlos, podemos estar dos personas analizando, él es sociólogo [un tercer estudiante] y yo científico... él puede estar estudiando su comportamiento y yo estaré analizando su estructura; son formas de interpretar un objeto o un fenómeno. En este caso estamos interpretando un solo objeto».
- W04RGP-16 [El profesor a los estudiantes] «Entonces ¿son válidas las dos formas de interpretación?, lo demostraron, porque cada una de ellas tiene una forma de interpretar el fenómeno o la producción de lo que se esté haciendo. El pensamiento ancestral no deja de ser válido porque no tenga números, ni el pensamiento científico deja de ser válido porque no tenga un diálogo... son formas de ver el mundo y eso es lo que yo quiero que ustedes entiendan».

Unidad de análisis «reflexión del profesor sobre su práctica y retroalimentación de las PIEC»

Los datos organizados y analizados bajo la categoría «potencial de las PIEC para guiar al profesorado», nos permiten identificar dos aspectos centrales en esta unidad de análisis:

Dificultades para llevar lo propuesto a la práctica

El profesor manifiesta que necesita mayor claridad sobre cómo usar la similitud epistemológica y sobre cómo consolidar las explicaciones. Solicita más ayuda para concretar la planificación de manera escrita o como esquema, pues ello permite visualizar todo el proceso que se va a desarrollar con los estudiantes. Considera que una limitación a futuro es que los profesores no conozcan nada sobre las culturas de las cuales provienen sus estudiantes.

Ejemplo de reflexiones del profesor sobre su propia práctica:

- W18CPS-05 [El profesor al investigador] «... cuando inicié toda la charla, yo decía [a sí mismo]: bueno, aquí les hablo de fermentación y eso es lo científico, vale, pero en el otro lado ¿de qué les hablo?, ¿qué concepto voy a utilizar para alcanzar ese fenómeno que en un lado es producir alcohol, pero en el otro lado no estoy produciendo alcohol, sino que eso que es la chicha es una producción de una bebida artesanal [...]?, pero debe tener una palabra específica [equiparable a la palabra fermentación]».

Oportunidades para diseñar herramientas de apoyo:

Manifiesta que necesita mayor ayuda para poder llevar a los estudiantes hacia el producto del aprendizaje propuesto. Es decir, si bien es cierto que sus estudiantes aprendieron sobre las ideas y prácticas

de la química y las tradicionales, no concretaron una explicación con todos sus elementos. Le gustaría tener un formato o herramienta en el que vea claramente las partes que conforman las explicaciones desde cada punto de vista.

Ejemplo de cuando el profesor identifica la necesidad de una herramienta para concretar la explicación:

- W20CPS-04 [el profesor al investigador] «Me gustaría tener una herramienta que contenga esas partes específicas del tipo de explicación a las que yo como docente debo llegar con mis estudiantes; porque bueno, sí se puede tener dominio del tema, de la parte intercultural, de la parte científica, pues por mi formación en la enseñanza de las ciencias; pero sí sería muy interesante que existan unas herramientas que yo pueda aplicarlas y tener un resultado a este tipo de aprendizaje y las clases se vean permeadas por ambos pensamientos, el ancestral y el científico».

DISCUSIÓN Y REDISEÑO DE LAS PIEC

El principal cambio en el diseño tiene que ver con orientar al profesorado para que involucre a sus estudiantes en producir explicaciones desde el puente epistemológico. Así identificamos el trabajo de McNeill y Krajcik (2012), para quienes una explicación científica está conformada por una conclusión respecto a un problema, la cual se apoya en evidencias y en raciocinios realizados desde las ideas científicas. Proponemos que la explicación tradicional tenga los mismos elementos: conclusión, evidencias obtenidas durante las prácticas tradicionales e interpretación de esa información desde las ideas tradicionales. Entonces, los objetivos de las PIEC y las tareas deben ayudar al profesorado a involucrar a sus estudiantes en la construcción de dos tipos de explicaciones sobre un mismo fenómeno, para lo cual deben cruzar fronteras culturales y transitar entre la epistemología científica y la epistemología tradicional. Participar en ambos tipos de prácticas de producción y legitimación les proveerá la evidencia que, al ser interpretada desde cada idea central, les servirá para argumentar sus conclusiones.

Otro aspecto relevante para el rediseño es que las PIEC y tareas de planificación deben guiar al profesorado a tomar decisiones didácticas más claramente, con el objetivo de que sus estudiantes produzcan explicaciones desde el puente epistemológico. Desde la perspectiva de Nesari y Heidari (2014) y de Shen, Poppink, Cui y Fan (2007) la planificación es más que una secuencia de actividades, pues también es un espacio para reflexionar sobre la práctica y por ende el desarrollo profesional docente. Así, el profesorado toma decisiones didácticas con el objetivo de llevar a sus estudiantes hacia determinado aprendizaje, pero también a partir de su reflexión sobre las posibilidades que tienen sus estudiantes. De esta manera el plan de las clases ayuda a que el profesorado administre sus esfuerzos y capacidades, en función del aprendizaje de sus estudiantes.

Rediseño de PIEC I. Planificación. Construyendo el puente epistemológico

El objetivo es tomar decisiones didácticas que permitan llevar a los estudiantes al producto de aprendizaje: explicaciones desde el puente epistemológico. Para ello se propone decidir sobre los contenidos a enseñar de cada cultura, haciendo uso del principio de independencia epistemológica y de similitud epistemológica (entre las formas en que ambas comunidades producen y legitiman conocimiento).

Tarea de planificación 1: Organice los conocimientos y experiencias de las diferentes culturas, para involucrar a los estudiantes en proponer explicaciones, por medio de las categorías: ideas centrales (científicas y tradicionales), prácticas de producción (científicas y tradicionales) y prácticas de legitimación (científicas y tradicionales).

Tarea de planificación 2: Identifique similitudes epistemológicas entre las prácticas científicas y las prácticas tradicionales, para involucrar a los estudiantes en el proceso de tránsito entre culturas.

Rediseño de PIEC II. Implementación. Enseñando a producir explicaciones desde el puente epistemológico

El objetivo es involucrar a los estudiantes en proponer explicaciones sobre un fenómeno y desde el puente epistemológico. Eso quiere decir que los estudiantes participan en los procesos de producción y legitimación de ambas culturas, teniendo en cuenta la independencia epistemológica de sus ideas (la una no explica, justifica o califica a la otra) e identificando las comunidades tienen prácticas con similar objetivo epistemológico (producir y legitimar conocimiento, por ejemplo).

– Tarea de implementación 1: Involucre a los estudiantes en prácticas de producción científicas y tradicionales, para que obtengan evidencias sobre un fenómeno de estudio.

– Tarea de implementación 2: Involucre a los estudiantes en prácticas de legitimación del conocimiento científico por validación interna y social, y de los productos tradicionales por incorporación en la comunidad.

– Tarea de implementación 3: Involucre a los estudiantes en la producción de explicaciones sobre un mismo fenómeno y desde cada cultura, haciendo uso de la información obtenida con el desarrollo de las prácticas de cada comunidad y las respectivas ideas centrales.

CONCLUSIONES

Con el objetivo de apoyar al profesorado de ciencias que se enfrentan a aulas culturalmente diversas, hemos diseñado un conjunto de prácticas interculturales de enseñanza de las ciencias (PIEC). Para ello hicimos operativo el puente epistemológico (PEp) a través de los principios de independencia epistemológica (IE) y de similitud epistemológica (SE), para con ello diseñar prácticas de enseñanza. Creemos que dicho diseño ayuda a resolver el problema de proveer al profesorado de un apoyo para tomar decisiones que los conlleve a acciones didácticas incluyentes epistemológicamente. Sin embargo, como parte del problema está en la poca información empírica sobre la implementación en el aula de los marcos teóricos existentes, hemos puesto a prueba las PIEC con la ayuda de un profesor de química en servicio en Colombia.

Al analizar la información de la manera en que el profesor usó las PIEC, podemos decir que el profesor puso en práctica una versión de puente epistemológico alternativa a la que propone el marco teórico. El profesor logra reconocer ambas epistemologías como objetos de aprendizaje, porque verbalmente planifica ideas centrales y prácticas de producción para cada epistemología; sin embargo, el valor que les da es inequitativo, porque privilegia la epistemología tradicional sobre la científica. Ello se refleja en que motiva a sus estudiantes a usar ambas ideas centrales para planificar ambas prácticas de producción, pero al final solo los involucra en la práctica de producción tradicional. Y finalmente no involucró a sus estudiantes en emplear las ideas centrales y prácticas de cada epistemología para concretar explicaciones sobre un fenómeno en particular.

Con lo anterior y con la retroalimentación que permanentemente hace el profesor, se puede identificar que es necesario rediseñar las PIEC propuestas inicialmente. El primer aspecto en el rediseño es enfocar los objetivos y tareas de las PIEC hacia el producto de aprendizaje de los estudiantes: explicaciones sobre un fenómeno desde el PEp. Esto quiere decir que las tareas de planificación no solo deben guiar al profesorado a la hora de decidir sobre los contenidos a enseñar de cada epistemología y a cómo relacionarlos, sino que también deben guiarlos para que planifiquen cómo usar esos contenidos y su relación, para que los estudiantes expliquen fenómenos naturales. Así mismo, las tareas de

implementación no solo deben guiar al profesorado a llevar a la práctica sus decisiones didácticas, sino que también deben guiarlos para que involucren a sus estudiantes en usar los resultados y experiencias en las que han participado, en la construcción de explicaciones.

REFERENCIAS

- Aikenhead, G. (1996). Science education: border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52.
- Aikenhead, G. (2001). Integrating western and aboriginal sciences: cross-cultural science teaching. *Research in Science Education*, 31(3), 337-355.
- Aikenhead, G. y Michell, H. (2011). *Bridging cultures: indigenous and scientific ways of knowing nature*. Ontario: Pearson Education.
- Arroyo, M. (2013). La Educación Intercultural: un camino hacia la inclusión educativa. *Revista de Educación Inclusiva*, 6(2), 144-159. Obtenido de <http://www.revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/186/180>>
- Atwater, M., Freeman, T., Butler, M. y Draper-Morris, J. (2010). A case study of science teacher candidates' understandings and actions related to the culturally responsive teaching of 'Other' students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 5(3), 287-318. Obtenido de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ895740.pdf>>
- Castaño, N. (2009). Construcción Social de Universidad para la Inclusión: la formación de maestros con pertinencia y en contexto, desde una perspectiva intercultural. En D. Mato (Coord.), *Educación Superior, Colaboración Intercultural y Desarrollo Sostenible/Buen Vivir. Experiencias en América Latina* (pp. 183-206). Caracas: IESALC-UNESCO.
- Castaño, N., Pacheco, D. y Bustos, E. (2011). Aproximación a las prácticas educativas en tres contextos culturalmente diversos desde la perspectiva de los estudiantes en formación de la licenciatura en biología. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 4(7), 94-107.
- Cobern, W. y Loving, C. (2001). Defining «science» in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, 85, 50-67.
- Council of Europe (2008). *White paper on intercultural dialogue*. «Living Together As Equals in Dignity». Estrasburgo: Council of Europe.
- Edelson, D. (2002). Design research: what we learn when we engage in design. *The journal of the learning sciences*, 11(1), 105-121.
- El-Hani, Ch. y Mortimer, E. (2007). Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. *Cultural studies of science education*, 2, 657-702. <https://doi.org/10.1007/s11422-007-9064-y>
- Gay, G. (2013). Teaching to and through cultural diversity. *Curriculum Inquiry*, 43(1), 48-70. <https://doi.org/10.1111/curi.12002>
- Guédez, V. (2005). La diversidad y la inclusión: implicaciones para la cultura y la educación. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 6(1), 107-132. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/410/41060107.pdf>>
- Guido, S. y Bonilla, H. (2010). Interculturalidad y política educativa en Colombia. *Revista Internacional Magisterio*, 46, 32-35. Obtenido de <http://red.pucp.edu.pe/ridei/files/2013/04/130415.pdf>>
- Hansson, S. (2018). How to reconcile the multiculturalist and universalist approaches to science education. *Cultural studies of science education*, 13(2), 517-523. <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9817-1>

- Jegede, O. y Aikenhead, G. (1999). Transcending cultural borders: implications for science teaching. *Journal for Science & Technology Education*, 17(1), 45-66.
- López, L. y Küper, W. (1999). La educación intercultural bilingüe en América Latina: balance y perspectivas. *Revista iberoamericana de educación*, 20, 17-85. Obtenido de <http://rieoei.org/historico/documentos/rie20a02.htm>
- Lowan, G. (2012). Expanding the conversation: further explorations into Indigenous environmental science education theory, research, and practice. *Cultural studies of science education*, 7, 71-81. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9379-1>
- McNeill, K. y Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: the claim, evidence, and reasoning framework for talk and writing*. Nueva York: Pearson.
- Mckenny, S. y Reeves, T. (2012). *Conducting educational design research*. Londres: Routledge.
- Molina, A., Mosquera, J., Utges, G., Mojica, L., Cifuentes, M., Reyes, J. y Martínez, C. (2014). *Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias*. Bogotá: Fondo de Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- 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. Obtenido de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/8168/9047>
- Mpofu, V., Otulaja, F. y Mushayikwa, E. (2014). Towards culturally relevant classroom science: a theoretical framework focusing on traditional plant healing. *Cultural studies of science education*, 9, 221-242. <https://doi.org/10.1007/s11422-013-9508-5>
- Nesari, A. y Heidari, M. (2014). The Important Role of Lesson Plan on Educational Achievement of Iranian EFL Teachers' Attitudes. *International Journal of Foreign Language Teaching & Research*, 3(5). Obtenido de http://jfl.iaun.ac.ir/article_10884.html
- NRC, National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington: The National Academies Press.
- OECD (2010). *Educating Teachers for Diversity. Meeting the challenge*. París: OECD Publications.
- Ogunniyi, M. y Hewson, M. (2008). Effect of an argumentation-based course on teachers' disposition towards a science-indigenous knowledge curriculum. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(4), 159-177. Obtenido de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ894858.pdf>
- Piqueras J., Wickman P-O. y Hamza K. (2012). Student teachers' moment-to-moment reasoning and the development of discursive themes – an analysis of practical epistemologies in a natural history museum exhibit. En E. Davidsson y A. Jakobsson (Eds), *Understanding Interactions at Science Centers and Museums*. SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-725-7_6
- Sedano, W. (2013). La enseñanza de la química orgánica desde la perspectiva de la interculturalidad. *Nousitz: Revista de investigación científica y tecnológica*, 54(junio), 821-831.
- Shen, J., Poppink, S., Cui, Y. y Fan, G. (2007). Lesson planning: a practice of professional responsibility and development. *Educational Horizons*, 85(4), 248-258. Obtenido de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ772517.pdf>
- Sloane, F. (2006). *Normal and design sciences in education: why both are necessary*. En van den J. Akker et al. (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 19-44). Abingdon / Nueva York: Routledge.
- Teo, T. (2013). Different perspectives of cultural mediation: implications for the research design on studies examining its effect on students' cognition. *Cultural studies of science education*, 8, 295-305. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9437-8>
- Tovar-Gálvez, J. C. y Acher, A. (2019). Relaciones entre la epistemología de las ciencias y las epistemologías tradicionales: contribuciones a la práctica didáctica. En *CIMIE19* (pp. 1-7). Lleida: AMIE.

- Tubino, F. (2005). La praxis de la interculturalidad en los Estados Nacionales Latinoamericanos. *Cuadernos Interculturales*, 3(5), 83-96. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/552/55200506.pdf>
- Unesco (2006). *Directrices de la Unesco sobre la educación intercultural*. París: Unesco.
- Valderrama-Pérez, D., Molina, A. y El-Hani, Ch. (2015). Dialogue between Scientific and Traditional Knowledge in the Science Classroom: Development Study of a Teaching Sequence in a School in Taganga (Magdalena, Colombia). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 167, 217-222. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814068128>
- Valladares, L. (2011a). Un modelo dialógico intercultural de educación científica. *Cuadernos Interculturales*, 9(16), 119-134. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/552/55218731008.pdf>
- Valladares, L. (2011b). Hacia una educación científica comprensiva e intercultural: las espirales de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Horizontes educacionales*, 16(1), 31-48. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97922274004>
- van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. y Nieveen, N. (2006). Introduction to educational design research. En J. van den Akker et al. (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 1-8). Abingdon / Nueva York: Routledge.
- Walsh, C. (2009) *Interculturalidad, Estado, Sociedad Luchas (De) Coloniales de Nuestra Época*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.
- Wickman, P.-O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88, 325-344.
<https://doi.org/10.1002/sce.10129>
- Wickman, P.-O. (2012). Using pragmatism to develop didactics in Sweden. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15, 483-501.
<https://doi.org/10.1007/s11618-012-0287-7>
- Windschitl, M., Thompson, J., Braaten, M., y Stroupe, D. (2012). Proposing a Core Set of Instructional Practices and Tools for Teachers of Science. *Science Education*, 96(5), 878-903.

Design of Intercultural Teaching Practices for Science Education based on evidence

Julio César Tovar-Gálvez

Instituto de Pedagogía Escolar y Didáctica de Escuela Primaria, Facultad de Filosofía III,
Universidad Martin-Luther de Halle-Wittenberg, Alemania
joule_tg@yahoo.com

Andres Acher

Instituto de Pedagogía Escolar y Didáctica de Escuela Primaria, Facultad de Filosofía III,
Universidad Martin-Luther de Halle-Wittenberg, Alemania
andres.acher@paedagogik.uni-halle.de

Taking into account that in-service science teachers face culturally diverse classrooms, we have designed a set of intercultural teaching practices for science education (ITPSE). We believe that when teachers use these ITPSE, they can put into practice an inclusion relationship between the epistemology of Western science and the epistemologies of non-Western cultures (hereinafter «traditional») to which their students belong. This article aims to provide evidence and reflections of an in-service chemistry teacher who made use of the ITPSE, for us to identify the contribution of our proposal and think about its possible re-design. This is the first of the construction cycles of design-based research (van den Akker et al., 2006).

To design the ITPSE, we borrow the Epistemological Bridge (EB). We interpret that for Castaño (2009) the EB is the construction of knowledge in the science classroom, through the legitimization of other epistemologies alternate to that of science, which implies that teachers, students, and communities establish dialogues and cooperation equitably. We expand the EB to make it operational and thus be able to teach teachers how to use it. For this reason, we define the principles of epistemological independence (EI), and epistemological similarity (ES). With the EI we guide teachers to recognize and validate the diverse epistemologies as content to be taught. With the ES we guide teachers to identify opportunities for intercultural processes. With both principles, teachers are able to engage their students to participate in the diverse epistemologies to construct explanations of phenomena.

From the EB and its principles of EI and ES, we have designed an ITPSE of planning, through which we help teachers decide what to teach and how to relate that content inclusively. We also designed two ITPSE of enactment, one for teachers to engage their students in scientific and traditional production practices, and another for them to involve their students in scientific and traditional legitimization practices. A chemistry teacher implements the 3 ITPSE in a high-school.

The findings show us that the version of EB implemented by the teacher, using the ITPSE, is an alternative to the one proposed, in that *a*) it privileges one of the epistemologies, *b*) it frequently implements epistemological independence, but not the epistemological similarity, *c*) it involves their students in the use and participation of a part of the contents, *d*) it does not engage students in the final specification of the explanations as their learning product.

The main change in the ITPSE has to do with orienting teachers to engage their students in producing explanations from the epistemological bridge. Thus, we identify the work of McNeill and Krajcik (2012). In this order, we propose that both the explanation from the scientific point of view and the explanation from the traditional point of view, are made up of conclusions, evidence, and reasoning. In this sense, we re-design the ITPSE of planning so that teachers project their didactic action towards the construction of explanations. And as a consequence, the two ITPSE of enactment are combined as one and in the direction of the explanations.

