

Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias.

Hacia una educación inclusiva y liberadora



Mario Quintanilla Gatica
Compilador

Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias

Hacia una educación inclusiva y liberadora

Compilador

Mario Quintanilla Gatica

Autores

M. Álvarez-Lires, X. Álvarez-Lires, A. Arias-Correa, J. Arrieta, T. Bodê, L. Bonan, A. Candela, S. Daza, S. de Freitas Juliani, L. Freire, A. García, Á. García, A. Gómez, L. González Gallí, R. Hernández, C. Inaipil, M. Lorenzo-Rial, D. López, A. López y Mota, F. Marín, M. Mejía, D. Metz, J. Morales, L. Morales, J. Rey, D. Rodríguez, A. Palomero, J. de la Cruz Torres y G. Ventura.



Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias

Hacia una educación inclusiva y liberadora

Compilador
Mario Quintanilla Gatica

Asistente de edición
Rodrigo Páez Cornejo

Corrección literaria final
Alida Mayne-Nicholls

Comité Editorial Científico Internacional

Dib Atala. (Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile)
Leonor Bonan. (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Carol Joglar. (Universidad de Santiago de Chile, Chile.)
Alberto Labarrere Sarduy. (Universidad Santo Tomás, Chile.)
William Mora. (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia)
Graciela Merino. (Universidad de La Plata, Argentina)
María Isabel Orellana. (Museo de la Educación Gabriela Mistral)
Nuria Solsona. (Universidad Autónoma de Barcelona, España)
Yanina Tapia. (Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile)
Nora Valeiras. (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina)
Ruby Vizcarra. (Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile)
Marja Vauras. (University of Turku, Finlandia)
Norbert Erdmann. (University of Turku, Finlandia)
Eero Sormunen. (University of Tampere, Finlandia)

Producto científico del Proyecto REDES 150107 y del proyecto AKA EDU/03 (2016-2019) , ambos patrocinados por el Programa de Cooperación Científica Internacional (PCCI) de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, la Academia de Ciencias de Finlandia y la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias (REDLAD)

Santiago de Chile

2017

Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias. Hacia una educación inclusiva y liberadora.

Director de la Colección: Mario Quintanilla Gatica.

Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias (Bellaterra)

Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (G.R.E.C.I.A.).

Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile

Compilador del volumen: Mario Quintanilla Gatica.

Autores y Autoras:

© María Álvarez-Lires / Xabier Álvarez-Lires / Azucena Arias-Correa / José Rafael Arrieta / Tiago Bodê / Leonor Bonan / Antonia Candela / Silvio Daza / Sama de Freitas Juliani / Laísa Maria Freire / Alejandra García / Álvaro García / Alma Adrianna Gómez / Leonardo González Galli/ Rubinsten Hernández / Carlos Inaipil / María Lorenzo-Rial / Dulce María López/ Ángel Daniel López y Mota/ Felipe Marín / María Angélica Mejía / Don Metz / Josefina Violeta Morales / Lesly Guadalupe Morales /Johanna Rey / Diana Patricia Rodríguez / Ana Palomero Ruiz / José de la Cruz Torres / Gabriela Ventura.

De esta Edición:

© Bellaterra. Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias.

Toesca 2946, Oficina 309, Santiago de Chile.

Teléfono (56)-(2) 226890028

www.sociedadbellaterra.cl

1a edición: Agosto de 2017

Inscripción Propiedad Intelectual N° A-282506

ISBN 978-956-09033-1-0

Editorial Bellaterra Ltda.

Edición: Alida Mayne-Nicholls.

Revisión de estilo: Alida Mayne-Nicholls.

Corrección literaria: Alida Mayne-Nicholls.

Diseño de portada: Juan David Alvarado.

Diseño y diagramación: Antonio Segovia.

Impresión: Andros Impresores.

Impreso en Santiago de Chile.

Para fines comerciales, quedan rigurosamente prohibidas, bajo sanciones establecidas en las leyes, la reproducción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de esta, por cualquier medio, tanto si es electrónico como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien fotocopia, sin la autorización escrita de los titulares del copyright. Si necesita fotocopiar o escanear fragmentos de esta obra, diríjase a www.sociedadbellaterra.cl

Todos los Derechos Reservados.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a cada uno de los compañeros y compañeras que directa o indirectamente contribuyeron al resultado de este nuevo libro *Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias. Hacia una educación inclusiva y liberadora*. En primer lugar, a todo el profesorado e investigadores/as de la Red Latinoamericana de Investigación en Didácticas las Ciencias Experimentales (REDLAD), a la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias BELLATERRA, al Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias GRECIA, al Programa de Cooperación Científica Internacional (PCCI) que, a través de sus proyectos REDES 150107 y AKA EDU/ 03, hacen posible que este libro sea un instrumento más de colaboración interinstitucional e internacional para la comunidad de didáctica de las ciencias

A nuestro diseñador de portada, gran amigo de REDLAD, Juan David Alvarado.

A Rodrigo y Alida por su profesionalismo, autoexigencia y buena voluntad mi afecto, gratitud y admiración.

Mario Roberto Quintanilla Gatica
Compilador.

Santiago de Chile, julio de 2017.

Índice

	Presentación de la obra	10
	<i>Mario Quintanilla Gatica</i>	
	Prólogo	16
	<i>Gabriel Villalón</i>	
	CAPÍTULO 1	18
Construcción de ciudadanía desde una mirada multicultural en la enseñanza de las ciencias		
	<i>Silvio Daza Rosales</i>	
	<i>José Rafael Arrieta Vergara</i>	
	CAPÍTULO 2	39
Perspectivas críticas de educación ambiental: Abordando cuestiones de vulnerabilidad socioambiental en la enseñanza de las ciencias		
	<i>María Angélica Mejía C</i>	
	<i>Sama de Freitas Juliani</i>	
	<i>Gabriela Ventura</i>	
	<i>Laísa Maria Freire</i>	
	CAPÍTULO 3	58
La formación docente y la creación de materiales didácticos para la educación científica intercultural		
	<i>Leonor Bonan</i>	
	CAPÍTULO 4	82
Interacciones dialógicas de sistemas de conocimiento indígenas y afrodescendientes en clases de ciencias de educación básica		
	<i>Johanna Rey</i>	
	<i>Antonia Candela</i>	
	CAPÍTULO 5	100
Diseño de propuestas didácticas para una enseñanza de la ciencia intercultural: reflexiones a partir de una experiencia con estudiantes y maestros en los altos de Chiapas, México		
	<i>José de la Cruz Torres Frías</i>	
	<i>Alma Adrianna Gómez Galindo</i>	
	<i>Alejandra García Franco</i>	
	<i>Leonardo González Galli</i>	
	CAPÍTULO 6	117
Every drum has its own voice		
	<i>Don Metz</i>	
	CAPÍTULO 7	128
Jogos no ensino de ciências da ludicidade a vulnerabilidade social		
	<i>Tiago Bodê</i>	

	CAPÍTULO 8	150
Referentes y orientaciones curriculares para la formación de profesores de ciencias en y para la diversidad cultural, mediante el diseño de unidades didácticas con incorporación de tic. El caso de validación del impacto en contextos naturales		
	<i>Diana Patricia Rodríguez Pineda</i>	
	<i>Álvaro García Martínez</i>	
	<i>Dulce María López Valentín</i>	
	<i>Rubinsten Hernández Barbosa</i>	
	CAPÍTULO 9	176
Estrategias de enseñanza de ciencias naturales para el nivel primario en aula multigrado para estudiantes con discapacidad intelectual y dificultades de aprendizaje		
	<i>Josefina Violeta Morales Payán</i>	
	CAPÍTULO 10	193
Queremos cambiar nuestro barrio		
	<i>Ana Palomero Ruiz</i>	
	CAPÍTULO 11	217
El trabajo experimental con personas sordas en la educación en ciencias		
	<i>Lesly Guadalupe Morales Sánchez</i>	
	<i>Ángel Daniel López y Mota</i>	
	CAPÍTULO 12	235
Educación científica y para la sustentabilidad con perspectiva de género		
	<i>Mari Álvarez-Lires</i>	
	<i>Xabier Álvarez-Lires</i>	
	<i>Azucena Arias-Correa</i>	
	<i>María Lorenzo-Rial</i>	
	CAPÍTULO 13	260
Diálogo (nütxamkan) entre dos cosmovisiones (inarumen); Araucanía Andina (Llaimmapu) laboratorio natural como recurso didáctico para el desarrollo de la interculturalidad y la puesta en valor de la biodiversidad (itxofilmongen) en la formación inicial docente		
	<i>Felipe Jacob Marín Isamit</i>	
	<i>Carlos Alberto Inaipil Zúñiga</i>	
	Los autores y autoras	288

Presentación

Este nuevo libro *Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias. Hacia una educación inclusiva y liberadora*, se constituye en uno de los productos generados a luz de las directrices epistemológicas y metodológicas de los Proyectos AKA EDU/ 03 y REDES 150107 y que se materializa en trece capítulos.

Su finalidad consiste en debatir y profundizar aspectos relevantes acerca de los nuevos escenarios de enseñanza de las ciencias en ambientes caracterizados por la diversidad y la heterogeneidad de las aulas. Cada uno de los capítulos escritos y ‘recreados’ por destacados académicos de la Red Latinoamericana de Investigación en didáctica de las Ciencias (REDLAD) contiene aportes valiosos y relevantes que trascienden los aspectos puramente epistemológicos, para sumergirnos en una mirada compleja de sujetos con historias diversas, en contextos complejos que forman parte de la nueva cultura de la enseñanza de las ciencias (NCEC).

Cada uno de los capítulos incluidos, recogen y re encantan el espíritu de nuestro Laboratorio de investigación y abordan con evidencias suficientes, creatividad y discreción una dimensión de gran actualidad e importancia práctica, como lo es la multiculturalidad en la enseñanza de las ciencias, espacio de oportunidad, pero también de complejidades, de desafíos intelectuales valiosos tanto para el profesorado novel como para el profesorado senior. En cada uno de los diferentes capítulos se logra identificar y caracterizar una problemática diferente, con la sutileza de los lenguajes geográficos diversos, donde, ciertamente, muchos aspectos teóricos deben ser aún esclarecidos o caracterizados, pero que resultan de gran interés para la innovación curricular, la investigación didáctica y la formación inicial y continua del profesorado de ciencias naturales en un campo de conocimiento aún no lo suficientemente explorado en todos nuestros países.

Los temas que se abordan, son variados, contextualizados a realidades locales y consensos teóricos compartidos. Son objeto de atención aspectos muy diversos de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, lo cual constituye buena parte de su sentido, valor, riqueza y originalidad. En cada uno de los capítulos se advierte y suma una coincidencia que se comparte. Atender a la multiculturalidad como condición y oportunidad, al mismo tiempo como oportunidad y desafío.

En el **capítulo 1**, “Construcción de ciudadanía desde una mirada multicultural en la enseñanza de las ciencias”, los autores *Silvio Daza Rosales* y *José Rafael Arrieta Vergara* se refieren a cómo en las nuevas tensiones de una ciudadanía planetaria, la enseñanza de las ciencias tiene un desafío de ir más allá del discurso disciplinar, a uno emergente y multicultural que supone la aceptación de lo heterogéneo, donde lo propio y lo ajeno configuran nuevas identidades y escenarios de acción incluyente de la interculturalidad como patrimonio de la humanidad. Se trata de enfrentar las nuevas complicaciones de la diversidad, evitando una búsqueda de la naturaleza humana descontextualizada.

En el **capítulo 2**, “*Perspectivas críticas de educación ambiental: Abordando cuestiones de vulnerabilidad socio ambiental en la enseñanza de las ciencias*”, los autores *María Angélica Mejía C., Sama de Freitas Juliani, Gabriela Ventura y Laísa María Freire* presentan este campo de conocimiento desde perspectivas críticas que permitan a los profesores e investigadores reflexionar sobre las relaciones actuales de los dominios de la práctica social y los discursos partícipes en la enseñanza de las ciencias que contribuyen a mantener y/o naturalizar los escenarios de vulnerabilidad socioambiental. Luego caracterizan conflictos socioambientales presentes en Latinoamérica y en especial en Brasil. A modo de síntesis señalan algunos posibles abordajes sobre la vulnerabilidad ambiental en un escenario de diálogo entre la educación en ciencias y la educación ambiental.

En el **capítulo 3**, “*La formación docente y la creación de materiales didácticos para la educación científica intercultural*”, su autora, *Leonor Bonan*, expone los resultados parciales de un proyecto de investigación-acción que busca promover la integración educativa intercultural a través de diferentes estrategias de intervención en el sistema educativo, específicamente, la creación de dispositivos formativos y materiales didácticos. Los autores exponen algunas acciones realizadas en un instituto de formación docente aborígen con población mayoritariamente Qom, una de las principales etnias aborígenes de la Argentina. Se presenta el inicio del proyecto, la conformación del equipo de investigación y la planificación de un taller de formación docente, fundamentando las decisiones tomadas y mostrando la cocina de la elaboración de los materiales multiculturales y bilingües.

En el **capítulo 4**, “*Las interacciones dialógicas de sistemas de conocimiento indígenas y afrodescendientes en clases de ciencias de educación básica*”, *Johanna Rey y Antonia Candela* exploran con enfoque interpretativo cualitativo, en dos aulas de escuelas públicas de educación básica de México y Colombia, cómo el profesorado junto con el estudiantado construyen discursivamente la validez de los sistemas de conocimientos indígenas y afrodescendientes en interacción dialógica con el sistema de la ciencia occidental. Exploran las interacciones que los participantes del aula despliegan entre sistemas de conocimiento desde una perspectiva de diálogo entre perspectivas culturales que permiten entender la construcción de conocimientos como diálogos de “réplica viva”, según señalan.

En el **capítulo 5**, “*Diseño de propuestas didácticas para una enseñanza de la ciencia intercultural: reflexiones a partir de una experiencia con estudiantes y maestros en los altos de Chiapas, México*”, *José de la Cruz Torres Frías, Alma Adrianna Gómez Galindo, Alejandra García Franco y Leonardo González Gallidiscuten* sobre lo que ocurre cuando se implementa una secuencia didáctica con enfoque intercultural que pretende propiciar un diálogo entre saberes tradicionales y los científicos escolares, a propósito de la enseñanza de la evolución biológica. En dicha secuencia plantean la selección artificial del maíz como analogía mediadora para la comprensión de la selección natural

En el **capítulo 6**, “Every drum has its own voice”, el *Dr. Don Metz* profundiza en relación con la educación intercultural en Canadá. Al respecto señala que como en la mayoría de los otros países, una subvaloración de los estudiantes indígenas en carreras científicas relacionadas con la educación y la ciencia es motivo de gran preocupación. Señala que las escuelas de comunidades remotas o del norte, o en el centro de la ciudad, tienden a carecer de apoyo y personal adecuados para promover la educación científica, matemática y tecnológica. Además, las diferencias entre las tradiciones indígenas y las visiones del mundo de la ciencia occidental presentan desafíos para integrar el conocimiento indígena en los currículos de educación científica

En el **capítulo 7**, “Jogos no ensino de ciências da ludicidade a vulnerabilidade social”, el autor *Tiago Bodê* discute el uso de juegos en la Enseñanza de Ciencias con base en la concepción de educación libertaria propuesta por Paulo Freire. Para ello, el capítulo se divide en cuatro partes. En la primera, titulada Lúdico y el Uso de los Juegos en la Enseñanza, discuten las potencialidades y las contradicciones del uso de juegos en la educación. En la segunda parte, a su vez, hacen *remos* un análisis sobre los aspectos que fundamentan la Naturaleza y el Significado del Juego, buscando la profundización conceptual de la temática presentada. Posteriormente, en la tercera parte, titulada Juegos en la enseñanza de las ciencias, presentan un intento inicial de correlacionar aspectos esenciales presentes tanto en los juegos como en la enseñanza de las ciencias, destacando dos elementos fundamentales: las narrativas y las resoluciones de problemas. Por último, la cuarta etapa versará sobre las relaciones entre vulnerabilidad social, juegos y la enseñanza de las ciencias. Esto se hará sobre la base de un juego digital que aborda la temática de la guerra de una forma muy peculiar. En esta perspectiva, esperamos que el trabajo pueda aportar contribuciones tanto a investigadores como a profesores y educadores del área de ciencias.

En el **capítulo 8**, “Referentes y orientaciones curriculares para la formación de profesores de ciencias en y para la diversidad cultural, mediante el diseño de unidades didácticas con incorporación de tic. El caso de validación del impacto en contextos naturales”, *Diana Patricia Rodríguez Pineda, Álvaro García Martínez, Dulce María López Valentín y Rubinsten Hernández Barbosa* abordan una serie de planteamientos de carácter teórico y empírico, en relación con la formación del profesorado de ciencias en y para la diversidad cultural. En primer lugar, en cuanto a los planteamientos de orden teórico, se desarrollan tres componentes didácticos que consideran fundamentales para y en la formación de profesores de ciencias, a saber: referentes curriculares para la formación de profesores; orientaciones específicas para la integración de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la enseñanza de las ciencias; y Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), desde ambientes virtuales, a partir de la conceptualización de unidades didácticas. En relación con lo empírico, dan cuenta de los resultados y análisis de la validación de estos tres componentes didácticos, en contextos naturales de formación de profesores, para atender tres poblaciones con diferentes rasgos de diversidad.

A continuación, en el **capítulo 9**, “Estrategias de enseñanza de ciencias naturales para el nivel primario en aula multigrado para estudiantes con discapacidad intelectual y dificultades de aprendizaje”, *Josefina Violeta Morales Payán*, a partir de la observación del desarrollo de clases de Ciencias Naturales en un aula multigrado del nivel primario, analiza diferentes estrategias pedagógicas empleadas por una maestra y doce estudiantes (nueve niños y tres niñas) con edad entre siete y diez años en un aula multigrado de 2º, 3º, 4º y 5º. Presentando cinco de estos estudiantes discapacidades intelectuales, tres dificultades de aprendizaje, y cuatro estudiantes sin discapacidades. Estas estrategias desarrolladas durante procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales fueron la formulación de preguntas, uso del cuaderno o portafolio, incorporación de las TIC (observación de videos, uso de tabletas y laptops, videojuegos), manipulación de objetos y elaboración de estructuras con bloques, dibujos de murales y carteles, escritura de cuentos. La autora identifica estrategias relevantes como el uso del cuaderno, la incorporación de las TIC, y la formulación de preguntas en el logro de aprendizajes científicos.

En el **capítulo 10**, “Queremos cambiar nuestro barrio”, su autora, *Ana Palomero Ruiz* relata una experiencia de educación ambiental, comprometida con la transformación social, con la asociación de mujeres gitanas Camelamos Naquerar, fruto de la voluntad de mejorar su calidad de vida. Se realizó con la colaboración de los centros educativos del barrio y de un equipo de educadores de la Universidad de Almería, Andalucía, España. Se trata de un ejemplo innovador en cuanto al papel de los educadores como acompañantes de un proceso de reconstrucción de lo colectivo en el que la participación ciudadana es la base del desarrollo del proyecto. Debatir sobre el entorno, soñar otros espacios, romper prejuicios y cooperar para una intervención común generó cambios en el barrio y en los participantes, reflejados en la rehabilitación de la plaza central como espacio de juego y convivencia, señala su autora.

En el **capítulo 11**, “El trabajo experimental con personas sordas en la educación en ciencias”, *Lesly Guadalupe Morales Sánchez* y *Ángel Daniel López y Mota*, por medio de los datos provenientes de una investigación de posgrado, pretenden reflexionar acerca del conocimiento que construyen adolescentes sordos-señalantes sobre fenómenos ópticos, la refracción de la luz, previo a una intervención didáctica. Lo anterior, haciendo uso de la teoría de modelos como referente para identificar y analizar las representaciones que los participantes construyen para explicar el fenómeno en cuestión y tomarlas en consideración para la enseñanza. Señalan sus autores que una prioridad de la investigación es aportar referentes, como la estrategia de investigación/enseñanza de predecir-observar-explicar un fenómeno, que permitan orientar la práctica docente desde la comprensión de la realidad educativa en ambientes diversos.

En el **capítulo 12**, “Educación científica y para la sustentabilidad con perspectiva de género”, *Mari Álvarez-Lires*, *Xabier Álvarez-Lires*, *Azucena Arias-Correa* y *María Lorenzo-Rial* plantean que la educación científica debe contribuir a formar una ciudadanía comprometida con la resolución de dichos problemas y la sustentabilidad de la vida. En

este capítulo se utiliza un enfoque que parte de la necesidad de contar con las potencialidades de las mujeres para conseguir su solución y se efectúa una reflexión acerca de las interacciones entre educación científica, sustentabilidad y género; además, se examina el origen del término desarrollo sustentable, así como algunas de las críticas que suscita. Basándose en lo anterior, se presenta una experiencia realizada en aulas de formación inicial del profesorado en Educación Primaria en Galicia, España, cuya finalidad es que este desarrolle, en grupos cooperativos, competencias docentes y una conciencia crítica acerca de la relación entre género y desarrollo sustentable, basadas en el desarrollo de valores transformadores.

Finalmente, en el **capítulo 13**, “Diálogo (nütxamkan) entre dos cosmovisiones (inarumen); Araucanía Andina (Llaimmapu) laboratorio natural como recurso didáctico para el desarrollo de la interculturalidad y la puesta en valor de la biodiversidad (itxofilmongen) en la formación inicial docente”, los autores, profesores chilenos *Felipe Jacob Marín Isamit* y *Carlos Alberto Inaipil Zúñiga*, ilustran en un entorno de cultura ancestral (la cultura mapuche) una experiencia didáctica (*laboratorio natural*) basada en la combinación de dos metodologías de trabajo *in situ*. El desarrollo de actividades para la valoración de la biodiversidad fundamentado en el método de la indagación en un contexto natural y la comprensión del patrimonio natural y cultural a través del método interpretativo aplicable al senderismo. Como resultado fue posible describir el contexto, evolución y objetivos de la ruta formativa, los desafíos en la docencia aplicada a la didáctica de ciencias experimentales, la descripción del territorio, los principales aspectos de planificación y estrategias de la enseñanza, el desarrollo de la gira pedagógica y análisis de la experiencia desde el punto de vista de los estudiantes. Se concluye que el desarrollo de las metodologías son un aporte significativo a la formación de los futuros docentes, pudiendo evidenciar de primera mano la posibilidad de utilizar recursos didácticos *in situ* para el logro de los resultados de aprendizajes profundos basados en la observación, comunicación y la puesta en valor de dos paradigmas que dialogan entre sí.

Proporcionamos así a los docentes e investigadores en didáctica de las ciencias naturales mediante esta compilación, un aporte novedoso, multicultural y variado en experiencias de aula y contextos educativos, acerca del valor de la diversidad como condición, ambiente y oportunidad de una educación inclusiva y liberadora que contribuye al debate sobre los nuevos desafíos de la educación científica.

Por último, quisiera enfatizar que todos los aportes formalizados en este nuevo libro promovido y patrocinado por la Red Latinoamericana de Investigación en didáctica de las ciencias (REDLAD) continúan en palabras de Antonio Machado ‘haciendo camino al andar’. Sus reflexiones, orientaciones y evidencias residen de manera natural en sus ‘ethos’ de especialistas, investigadores y profesores de diferentes universidades y países. Todos resaltan por el profundo conocimiento en las distintas disciplinas y tópicos que se abordan en el libro, pero sobre todo por su afán de compartir historias, valores, complejidades y esfuerzos colectivos para contribuir con estas propuestas a una educación científica que rescata el carácter polifónico de la cultura en la formación inicial y continua de profesores

de ciencias que ya protagonizan los principales cambios de la revolución cultural y lingüística que Sutton nos adelantara en su publicación del 2003 'Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje'. Agregamos, los profesores de ciencia como líderes de una nueva cultura docente.

Dr. Mario Quintanilla Gatica

Profesor asociado Facultad de Educación

Pontificia Universidad Católica de Chile

Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia

Director del Laboratorio GRECIA

Santiago de Chile, agosto de 2017

Prólogo

Una de las máximas del mundo actual, el mundo de la liquidez como lo bautizara Bauman, tiene relación con estar preparado para la incertidumbre provocada por la sensación de cambio constante de la sociedad. Esta incertidumbre parece tener su origen en las consecuencias, no esperadas, de un sistema económico y social que luego del fin de la guerra fría parecía asegurar la homogeneidad resultado del avance casi definitivo del capitalismo a través de la globalización y el cosmopolitismo cultural sin embargo, el avance definitivo del modelo económico social occidental ha sido rebatido por la emergencia y el poder de las identidades como lo planteara Castells. Será este conflicto entre un mundo que se dice global y que extiende los valores del capitalismo a todos los rincones del mundo y la reacción de distintos grupos sociales y culturales que a través de la identidad resisten a la homogenización ofrecida por la globalización capitalista, lo que provoca que nos enfrentemos al mundo de la incertidumbre.

Es en este contexto surgen nuevas demandas para la escuela en el que la diversidad y el reconocimiento de los otros y otras aparece como una demanda de la formación de los estudiantes, esto con el objetivo de formar a los y las estudiantes en una ciudadanía global. Esto es un desafío complejo si pensamos que las lógicas sobre las que se ha configurado la escuela y la práctica educativa de los docentes desde sus orígenes, primero porque la escuela en sus principios y su gestión no se reconoce como un espacio que reconozca la diversidad, sino que al contrario en sus finalidades han sido la homogenización cultural, por lo que todo lo distinto a los requerimiento de la cultura o el sistema dominante debía ser reformado o quedar excluido del sistema.

Ante esto aparece la necesidad de repensar la escuela, un primer paso para esto es reconsiderar como hemos construido el conocimiento que se entrega y se persigue que los estudiantes aprendan en la escuela. Para esto, y como lo plantea Walsh, hay que tener en consideración las geopolíticas del conocimiento legadas del colonialismo. Según esto:

Hablar de 'un orden del conocimiento' es importante porque nos permite empezar a pensar sobre el problema educativo desde otra perspectiva. Es decir, nos posibilita ir más allá de las políticas educativas o las propuestas curriculares, y considerar cómo la institución de la educación ha contribuido, y sigue contribuyendo, a la colonización de las mentes, a la noción de que la ciencia y la epistemología son singulares, objetivas y neutrales, y que cierta gente es más apta para pensar que otras.

De hecho, el conocimiento tiene una relación con y forma parte integral de la construcción y organización del sistema-mundo moderno capitalista que, a la vez y todavía, es colonial. Es decir 'la historia' del conocimiento está marcada geohistóricamente, geopolíticamente y geoculturalmente, tiene valor, color y lugar 'de origen' (Walsh, 2007).

Los relatos escolares como los de la ciencia escolar tradicionalmente no han considerado de manera importante la diversidad cultural en relación a la construcción de la ciencia,

tanto desde la enseñanza, como desde el aprendizaje de los estudiantes. El libro que se presenta a continuación es una iniciativa que invita a repensar el rol del conocimiento científico en la escuela a partir de la relación entre ciencia, ciudadanía, interculturalidad y diversidad. De esta manera los artículos que componen este texto pretenden ser un aporte para que profesores y profesoras podamos repensar como visibilizar, lo que tradicionalmente no ha sido visible en la enseñanza de las ciencias y desde ahí construir ciudadanos globales para el mundo actual y del futuro.

Dr. Gabriel Villalón Gálvez

Académico del Departamento de Historia

Facultad de Filosofía y Humanidades

Universidad Alberto Hurtado.

gvillalon@uahurtado.cl

CAPÍTULO 1

Construcción de ciudadanías desde una mirada multicultural en la enseñanza de las ciencias

Silvio Daza Rosales

Docente de Unipaz
Grupo Investigación INYUBA e IREC
Colombia
silvio.daza@unipaz.edu.co

José Rafael Arrieta Vergara

Docente de Unipaz
Grupo Investigación INYUBA e IREC
Colombia
rafael.arrieta@unipaz.edu.co

Contenidos

Resumen

1.1 Introducción

1.2 La escuela y la formación en ciudadanía

1.3 La diversidad cultural en la educación científica

1.4 La emergencia planetaria y la cultura ciudadana

1.5 La enseñanza científica y el contexto cultural en el desarrollo de las capacidades planetarias

1.6 Los sistemas integrados de producción (SIPA): una formación desde el contexto

1.7 Consideraciones finales

Referencias

Construcción de ciudadanía desde una mirada multicultural en la enseñanza de las ciencias

Recostado en la hamaca y mirando a mamá sentada en su mecedora de mimbre, evoco desde mis adentros auscultar la mirada fija de sus recuerdos lejanos que el Alzheimer no le ha borrado. Ella, sumergida en la lucha de la desmemoria y algunas manifestaciones fragmentarias de una frágil memoria.

¿En qué piensas mamá?

En que hijo de gato caza ratón, en la inmortalidad del cangrejo y la seriedad de la lagartija, mi juego de infancia favorito a partir del lenguaje.

(Triny, 2015)¹

Una ciencia orientada a una conciencia del mundo, debe ser intercultural y transdisciplinaria.

(Kozlarek, 2010)

Resumen

Ante nuevas tensiones de una ciudadanía planetaria, la enseñanza de las ciencias tiene un desafío de ir más allá del discurso disciplinar, a uno emergente y multicultural que supone la aceptación de lo heterogéneo, donde lo propio y lo ajeno configuran nuevas identidades y escenarios de acción incluyente de la interculturalidad como patrimonio de la humanidad. Se trata de enfrentar las nuevas complicaciones de la diversidad, evitando una búsqueda de la naturaleza humana descontextualizada. Para afrontarlo se debe desarrollar un modelo de apropiación crítica, que valore el conocimiento científico disciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar (saberes de las culturas populares), en una dimensión globalizadora, que motive a una búsqueda permanente de la verdad y la autenticidad; que genere la capacidad de valorar la autoestima y desarrollar la autonomía y compromiso responsable frente a la tarea de aprender para ser ciudadanos conscientes de los problemas coyunturales de su época; que sea tolerante de la diversidad religiosa, étnica y cultural, de la educación para el consumo y el desarrollo sostenible, la educación para la democracia, la educación para la paz, los derechos humanos y la sexualidad responsable; para formar ciudadanos que integren los saberes de manera creativa y visionaria, alternando el contenido con una forma de modelar el mundo, interpretarlo y con ello contribuir a cambiarlo.

1.1 Introducción

Las transformaciones generadas en la naturaleza, en lo social, lo político, lo económico y lo cultural, han permitido generar cambios en lo que concierne a la formación ciudadana

¹ Es la madre del primer autor. Lo que me emociona del epígrafe es el rápido salto entre la mente y la naturaleza. No existe ninguna distancia, ni siquiera la distancia entre eso y su imagen, lo cual lo hace posible preguntar hasta qué punto es exacta esta imagen como representación en lo cultural.

(Herrera, 2014). Dichas modificaciones tratan de abordar el pluralismo y la creciente multiculturalidad de nuestras sociedades, que con su dinamismo y complejidad, representan un desafío permanente para las comunidades educativas actuales y, en especial, para los didactólogos de las ciencias.

Es así como en la última década se están incluyendo los valores democráticos (Bolívar, 2007) en las reformas de las políticas educativas en Iberoamérica, dentro del marco de una articulación entre la escuela y la sociedad, todo con el fin de preparar a las personas para una ciudadanía activa.

Desde esta nueva perspectiva, la acción educativa debe reorientar su rol formativo, contemplando la participación de las familias y las comunidades. Se debe propiciar que en la enseñanza se interactúe desde los saberes disciplinares, interdisciplinares y transdisciplinares, y se involucre la acción familiar y la sociedad de tal manera que desborde los límites de la escuela y la formación para el trabajo.

En este contexto los cambios no solo serían en el currículo sino también en el actuar con las comunidades educativas. Una de las formas de abordar las nuevas dinámicas educativas es por medio de la integración de equipos académicos locales, nacionales e internacionales (Mosquera, 2014), fortaleciendo la construcción de teorías y prácticas especializadas, a partir de los saberes y teniendo en cuenta la sabiduría popular transcultural. Se pretende que la enseñanza de la ciencia sea un puente de integración de los saberes educativos desde los cuales pueda aportarse a la solución de problemas o a la ampliación de la comprensión de los mismos, sin desconocerse las características pluriétnicas y multiculturales del contexto latinoamericano.

La enseñanza de las ciencias debe propiciar la formación de un ciudadano que aporte a la construcción de una sociedad democrática; es un desafío educar para el buen vivir y para el logro de un estado de plenitud (Macas, 2011). Para eso se requiere favorecer una racionalidad autónoma, que de acuerdo con Nussbaum (1999), significa dotar al ciudadano de las capacidades que le permitan una elección autónoma de su modo de vida. Para esto Delors (1996) propone una educación para la ciudadanía, en que se les brinde a las personas la capacidad de participar activamente en un proyecto de sociedad.

Esta nueva mirada debe ser desarrollada a partir de un modelo de apropiación crítica, que valore el conocimiento científico en una dimensión globalizadora, que motive una búsqueda permanente de la verdad y la autenticidad; que genere capacidad para valorar la autoestima y desarrollar la autonomía en la búsqueda de formar un ciudadano consciente de los problemas coyunturales de su época y tolerantes de la diversidad religiosa y étnica. Formar un ciudadano que integre los saberes de manera creativa y visionaria, que utilice el contenido como una forma de modelar el mundo, para interpretarlo y con ello contribuir a su cambio (Quintanilla, 2009). Se tiene en cuenta que la ciencia moderna ya no se considera como el resultado de una contemplación del

mundo, sino como una forma de intervenirlo para transformarlo según una finalidad vinculada a unos determinados valores (Izquierdo, Espinet, Bonil, & Pujol, 2004).

En estas nuevas tensiones de una ciudadanía que responda al planeta, la enseñanza de las ciencias tiene un desafío de ir más allá del discurso disciplinar, a uno emergente y multicultural que supone la aceptación de lo heterogéneo, donde lo propio y lo ajeno (García Canclini, 2004) configuran nuevas identidades y escenarios de acción incluyente de la interculturalidad como patrimonio de la humanidad.

1.2 La escuela y la formación en ciudadanía

El proceso de reestructuración de las sociedades implica una transformación del papel de la escuela y de la formación actual. Esto lleva a repensar la enseñanza y el aprendizaje en una nueva dimensión de la estructura curricular, nuevos métodos de enseñanza centrados explícitamente en el aprendizaje del alumnado y nuevas concepciones del trabajo del profesorado en las exigencias pedagógico-didácticas de enseñanza y aprendizaje del aula de clase (Daza, Arrieta, Ríos, & Contreras 2014).

En la escuela se presentan visiones distintas de valores como la equidad, la solidaridad o la responsabilidad. Estas distinciones son las que se deben aprovechar para el desarrollo de valores comunes, para la toma de conciencia, y el respeto a la pluralidad y a las posiciones que sean contrarias (Mayer, 1998; Sanmartí, 2002).

Esto cobra importancia cuando a la educación se le da un enfoque de ciudadanía, entendida esta como una actividad práctica de una actividad moralmente deseable para una revitalización de la democracia, con una metodología de debate y deliberación sobre asuntos comunes (Bolívar, 2007). En este espacio de formación, la actividad científica escolar cobra sentido en la contextualización de las ciencias (Caamaño, 2011), siempre y cuando se promuevan procesos dialógicos de deliberación compartida, participación, toma de decisiones y formulación de juicios. El aprendizaje para una ciudadanía democrática es un proceso de aprendizaje social en el espacio público.

Educar para la ciudadanía implica promover oportunidades de participación en los diversos ámbitos de la vida escolar; y conlleva una educación que reflexiona autónomamente sobre la democracia, la justicia social o la mejora de la estructura social establecida. Se defiende la escuela como un espacio público, donde se permita vivenciar la democracia; donde las personas y la comunidad educativa en general pueden hablar, dialogar, compartir narrativas, y esforzarse por unas relaciones que abren el ejercicio de una ciudadanía activa.

Desde esta perspectiva, el objetivo de una educación para la ciudadanía es formar sujetos competentes cívicamente comprometidos con las responsabilidades sociales de pensar y actuar en un mundo que es compartido con otros. Una formación ciudadana mirada desde una universalidad que haga posible la convivencia y la equidad, pero con respeto y

reconocimiento de la pluralidad cultural, la diversidad y singularidad de cada persona, todo ello en un mundo globalizado que anula la diversidad y provoca uniformidad o mestizaje. Se pretende, así, conjugar el reconocimiento diferenciado de las culturas (y diversidad individual) con lo común.

En este proceso educativo se debe permitir que se concilie el pluralismo y la condición multicultural, incluyendo la diversidad étnica y cultural en una ciudadanía universal o planetaria² (Bolívar, 2007). Para esto debe reconocerse que no se vive en un mundo homogéneo ni igualitario (Torres, 2003), y que en Latinoamérica conviven culturas diferentes (multiculturalidad), las que no tienen el mismo reconocimiento y poder. Se lucha por lograr una mayor justicia social y, por tanto, se deben proponer estrategias que contribuyan a contrarrestar y/o eliminar las situaciones estructurales y las condiciones que posibilitan la dominación de unas culturas sobre otras, y de determinados colectivos humanos sobre otros que son etiquetados como diferentes e inferiores.

Los problemas que cada pueblo debe solucionar y los significados que tengan del mundo y las prácticas que hagan para tratar de preservarlo y desarrollarlo deben ser el legado en que las instituciones escolares se basarán para seleccionar los contenidos y ejemplificar los que se consideren de mayor interés para facilitar la integración y el desarrollo de las nuevas generaciones. Este objetivo debe buscarse pensando siempre en el otro, lo que origina una copresencia que le otorga sentido y significado a los procesos desarrollados a partir de diversos encuentros epistémicos en virtud de la multiculturalidad.

1.3 La diversidad cultural en la educación científica

En pleno siglo XXI muchos ciudadanos no consideran la ciencia como un hecho cultural; de hecho, hay investigaciones que demuestran que la enseñanza tradicional aporta muy poco al patrimonio cultural de las personas (Solbes & Vilches, 2000; Gutiérrez, 2003; Daza, Quintanilla, & Arrieta, 2011; Quintanilla, Daza, & Cabrera, 2014); aún más, presentan una imagen deformada de la ciencia que es transmitida desde los diferentes escenarios de formación ciudadana y desde las acciones y aptitudes de aquellos que hacen las ciencias (los científicos). La ciudadanía presenta una imagen elitista que reconoce a la comunidad científica como una portadora de un saber muy especializado, al que solo pueden acceder unos privilegiados con capacidades innatas necesarias para llegar a él. Estas ideas hacen que se considere a la ciencia de forma diferente a otros saberes como literatura, arte, historia, entre otras; de tal manera que se escucha decir al ciudadano corriente que la ciencia no forma parte de la cultura y que no es cultura (Gutiérrez, Gómez, & Martín, 2002). Idea que comparten profesores y la gran mayoría de intelectuales, políticos, periodistas. Es una ciencia alejada de la sociedad y de los problemas sociales.

² La planetarización entendida como una conciencia de que todos somos un solo pueblo que vive en un solo mundo y comparte un destino común, que respeta las diferentes formas de pensamiento, que se caracteriza por la apertura, dinamicidad, interactividad y complejidad que requiere de procesos didácticos abiertos, dinámicos y creativos en donde somos sujetos del proceso en actitud de aprendizaje permanente.

Eagleton (2000) concibe lo cultural como un concepto polisémico, inserto en todo lo que está construido humanamente, en las formas de ser de un pueblo (ethos), en las redes de significados, sistemas significantes a través del cual un orden social se comunica y se reproduce como la disposición mental individual o de un grupo, como una forma de referirse. Para la educación científica es fundamental precisar el concepto de cultura y ciudadanía, para que coexista y sea incluyente en lo biodiverso, pluriétnico y multicultural y se piense en una educación que pretenda ir mucho más allá que la simple enseñanza de contenidos.

La relación entre la enseñanza de las ciencias y la cultura (cultura-conocimiento) se manifiesta, según Gertz (1989), en las múltiples dinámicas entre los sujetos y en los sujetos que producen formas simbólicas mediante las cuales se organiza la vida social. Se expresan en los sentimientos, se ven en los objetos que implican síntesis simbólicas. Se comprenden y se explican los sucesos y todos los demás actos de la vida humana. La relación entre cultura y conocimiento implica analizar estructuras de significado, determinar su campo social y su alcance; además se debe entender los procesos del conocer del sujeto como actos no neutros, intencionales e interesados porque están dotados de sentido y significados.

Para García Canclini (2004) la cultura como un recurso heurístico es entenderla desde la variedad y lo diverso, lo que metodológicamente se fundamenta en la búsqueda de los sentidos que orientan la vida en una sociedad; es decir, conocer al otro es tratar con su diferencia. Se trata de enfrentar las nuevas complicaciones de la diversidad, evitando una búsqueda de la naturaleza humana, aquí la multiculturalidad supone la aceptación de lo heterogéneo: “interculturalidad implica que los diferentes son lo que son en relaciones de negociación conflicto y préstamos recíprocos” (García Canclini 2004, p. 47).

Asimismo, entender la ciencia como cultura en la enseñanza de la ciencia es comprender cómo las personas se socializan, conforman y adquieren las capacidades y conocimientos con los que participan en la esfera de lo económico; las capacidades de simbolización y contenidos para entender y participar en el ámbito cultural; las destrezas e información indispensables para asumir derechos y deberes como ciudadanos, para intervenir en la vida pública. Es aquí en las aulas, a través de las actividades problematizadoras y contextualizadas desde los contextos culturales, que la enseñanza de las ciencias contribuye a la vida emocional y las relaciones interpersonales; y que la participación en procesos de intereses individuales y colectivos permite el progreso de las comunidades.

En el mundo actual, la ciencia ocupa un lugar fundamental en el desarrollo de las sociedades, especialmente en lo que corresponde a su economía, pero también es muy importante en la cotidianidad de las sociedades. No es posible entender el mundo sin el concurso de las ciencias y la población requiere de esta para aproximarse y comprender la complejidad y globalidad de la realidad diaria, para adquirir habilidades que le permitan su desenvolvimiento y relaciones adecuadas en su entorno, en su mundo laboral, en su

sistema productivo y en su vida en sociedad. Las ciencias son parte de la vida social y tal es su importancia para intervenir en el mundo moderno.

No es posible considerar la cultura científica y tecnológica como propiedad de una élite; debe reconocerse su importancia en diversos tópicos de la vida y en el mejoramiento de las condiciones que propendan al bienestar que puede ser construido colectivamente. Por esto la enseñanza de las ciencias debe ser el instrumento para la formación de nuevos ciudadanos que con una mirada crítica actúen en sociedad para su sociedad. Por lo tanto, existe la necesidad de que la población en su totalidad posea una cultura científica que le permita una mejor comprensión del mundo y le posibilite la toma de decisiones en la cotidianidad de la vida, y es importante la educación que debe propiciarla con una enseñanza pertinente, contextualizada y culturizada que permita un nuevo entendimiento del mundo.

A partir de estas perspectivas, la enseñanza de la ciencia se entiende como una relación entre cultura y su aprendizaje como la adquisición de una segunda cultura en que las perspectivas socioculturales del aprendizaje acentúen la significación del contexto, de la comunidad, dando sentido al mundo natural y social (Sadler, 2007).

En el campo de la investigación de la enseñanza de las ciencias, los enfoques culturales son una línea preponderante en la última década, generada en la didáctica de la ciencia (Molina, El-Hani, & Arteaga, 2014). Está relacionada con la naturaleza de la cultura y la cultural de la ciencia desde sus diferentes tensiones, en el ámbito epistemológico, ontológico, ético, social y escolar; estos ámbitos abren espacios de formulación para nuevas metas de la enseñanza de las ciencias, referenciales teórica y metodológicamente. Dichas tensiones planteadas generan nuevas preguntas y enfoques contextuales para la innovación en la enseñanza de la educación científica, cultura y ciudadana.

1.4 La emergencia planetaria y la cultura ciudadana

La creciente preocupación por el deterioro del medioambiente a causa del calentamiento global ha generado no solo el surgimiento de nuevos movimientos ambientalistas, sino que además ha contribuido a configurar un nuevo mapa discursivo. La creciente gravedad de la situación obliga a hablar de emergencia planetaria, la que está enmarcada en la contaminación, que da lugar a un peligroso cambio climático y a la degradación de todos los ecosistemas; al agotamiento de recursos vitales; al crecimiento incontrolado de la población mundial por encima de la capacidad de carga del planeta y por la pérdida de diversidad biológica y cultural (Vilches & Gil, 2007; Daza, 2013). Dichas situaciones están estrechamente relacionadas con los procesos educativos en todos los niveles de formación.

La emergencia planetaria enmarcada en el paradigma de la complejidad, acepta y reconoce que todo está interconectado y que los conflictos sociales, ecológicos, políticos y económicos no son solo cuestiones locales o parciales de algunas colectividades, sino

verdaderos problemas globales. Reclama la construcción colectiva y colaborativa de nuevas formas de sentir, valorar, pensar y actuar, que posibiliten a toda la ciudadanía del planeta alcanzar una vida digna en un entorno sostenible (Daza & Arrieta, 2014). Ello implica buscar nuevas formas de abordar las relaciones entre las personas y de estas con la naturaleza. Una búsqueda que comporta retos importantes en los campos económico, político, ecológico y social.

Para Maturana “todo lo que les pasa a los seres humanos tiene que ver con ellos y no con otra cosa”; así dice:

El mundo no es un mundo de cosas externas que uno capta en el acto de observar, sino que es un mundo que surge en la dinámica de nuestro operar como seres humanos y esto no es un entrampamiento. La posibilidad de que una reflexión le permita a uno descubrir que esta situación no es así, que hay un espacio de plasticidad enorme, es también una liberación. Lo único que me permitirá en algún momento del vivir no ser lo que no quiero ser, es el saber que lo puedo ser (Maturana 1995, p. 31).

Estamos siendo testigos de las terribles consecuencias de esta actitud y agotando los límites de dicho estilo de vida de desarrollo. Un cambio de actitud en cuanto al hacer y en la manera de pensar requerirá de un cambio de comprensión de nuestro lugar en la naturaleza y de nuestras responsabilidades como admiradores del planeta; un papel que nos hemos impuesto como consecuencia del esfuerzo por satisfacer nuestro deseo de poder sobre la naturaleza.

La ciencia y la tecnología deben responder a las necesidades de la sociedad para posibilitar la mejora de las condiciones de vida de la mayoría de la población, y, además, los avances científicos deben ser bien utilizados por los ciudadanos; y ciudadanas y para que esto sea posible deben conocerlos. En ese sentido la educación científica ocupa un lugar clave para propiciar el buen vivir y mejorar la calidad de la vida. Los educadores se enfrentan a un gran compromiso, porque basta ofrecer a los estudiantes las herramientas necesarias que los ayuden a ser ciudadanos críticos y responsables, implica una mayor responsabilidad si lo que se espera es un nuevo desarrollo que reconozca al ser humano y la naturaleza por encima del desarrollismo.

Por tanto, la cultura de la ciudadanía involucra en la sociedad a hombres y mujeres con capacidad de pensar, actuar y decidir sobre un mejor vivir para todos; esto supone una comprensión de la ciencia desde el universo complejo de la diversidad, lo que implica lecturas de la realidad desde sus distintas esferas inter y transdisciplinar, y con la imperiosa necesidad de comunicar y comunicarnos con base en principios y valores humanos (Daza, Arrieta & Muñoz, 2014).

La ciudadanía no es una categoría privativa de la política; sin embargo, es un instrumento y herramienta de gran estimación en la concreción de valores democráticos por una

convivencia sana y armónica, garante del respeto de las demás personas; dentro de las cualidades y actitudes de los ciudadanos se espera que ejerzan su responsabilidad en las elecciones personales que afecten su salud y el medio ambiente (Kymlicka, 2003).

1.5 La enseñanza científica y el contexto cultural en el desarrollo de las capacidades planetarias

Una idea de Albert Einstein (2011) sobre la condición de hijos extraños en el planeta Tierra dice:

Nos encontramos en una corta visita y no conocemos con qué fin, aunque a veces creemos presentirlo. Ante la vida cotidiana no es necesario reflexionar mucho: estamos para los demás. En primer lugar para aquellos de cuya sonrisa y bienestar depende nuestra felicidad; pero también para tantos desconocidos a cuyo sentido nos une una simpatía (p.14).

Desde esta mirada, la satisfacción humana está ligada a la existencia de otros individuos. Nuestra forma de conducirnos nos emparenta con los animales sociales: comemos alimentos confeccionados por otros seres humanos, vestimos ropas realizadas por otros y habitamos casa levantadas por otros; y la felicidad de todos depende de todos.

Casi todos lo que sabemos y creemos fue transmitido a través de un lenguaje establecido por otros. Sin lenguaje nuestro intelecto sería pobre, comparable al de los animales superiores. Por lo que debemos confesar que si aventajamos a los animales superiores es gracias a nuestra vida en comunidad. Esto significa que el individuo no surge de su individualidad, sino de su pertenencia a una gran comunidad humana. Donde el valor de un ser humano suele fijarse según como disponga su sensibilidad, su pensamiento y sus acciones hacia los reclamos de los otros. Frente a lo anterior cabe preguntarnos: ¿cuál es el papel de la enseñanza de la ciencia escolar en el desarrollo de las capacidades multiculturales para la nueva ciudadanía planetaria?

La enseñanza tradicional no ha respondido a las nuevas exigencias y retos planetarios; ha mantenido una representación social en los profesores y en la ciudadanía enfocada en el desarrollo profesional, y orientado al descubrimiento y a la preparación de personas con especiales aptitudes y capacidades para asignaturas y carreras profesionales futuras relacionadas con el trabajo. Se encuentra sustentada en una realidad objetiva y sistematizada y que está lejos de lo que sienten y viven los estudiantes. Es una educación que desconecta en forma sistemática el pensar del sentir; lo que se observa y el observador; y la subjetividad de la objetividad, como si todo fuera separable y divisible.

Una verdadera enseñanza no puede pretender interpretar ni entender el mundo sin examinarnos y sin llegar a entendernos nosotros, como base para afrontar los más angustiantes problemas planetarios que hoy aquejan a la humanidad; se necesitan nuevas formas de razonar para asumir la planetariedad como condición de los distintos procesos sociales, y entre ellos lo educativo, en especial la enseñanza de la ciencia.

Como diría Vilar (1997): El mundo de hoy, necesita una racionalidad diferente, trenzada por las iniciativas y la cooperación; el sentido de la responsabilidad y la capacidad de relacionar unos fenómenos con otros y así descubrir en todo momento los brotes emergentes de lo nuevo (p. 13)

Vivimos en un mundo mediado por la ciencia y la tecnología, donde el individuo tiene que tomar decisiones relativas a un conjunto de cuestiones que tienen una dimensión científica cada vez más destacada, por ejemplo, la salud, la seguridad personal y alimentaria, el estilo de vida, la elección de productos de consumo, entre otros. Como indican Jarman & McClune (2010), se presume que los seres humanos estarán en mejores condiciones de abordar estos temas si tienen cierta comprensión estratégica sobre las ciencias pertinentes; además, en una democracia, el individuo, como ciudadano, tiene que influir en las decisiones que se tomen con respecto a cuestiones de carácter público relacionadas con la ciencia, como la producción de energía, la eliminación de productos de desechos, la modificación genética de los alimentos, el uso de embriones, por lo que de nuevo parece conveniente que tenga ciertos conocimientos sobre las ciencias implicadas.

Esta corriente de razonamiento se enmarca en lo que se llama alfabetismo científico y se define como el conocimiento y la comprensión de los conceptos y procesos científicos necesarios para la decisión personal, participación en los asuntos cívicos y culturales, y la productividad económica. La explicativa mención del papel de la ciencia en los asuntos culturales, como señala Shen (1975), está enmarcada en lo *práctico, cívico y cultural*, categoría esta última motivada por el deseo de saber algo acerca de la ciencia como logro importante.

Igualmente, Cross & Price (1992) proponen orientar la enseñanza de las ciencias haciendo hincapié en la responsabilidad social y conceptualizar el alfabetismo científico de manera que destaque la participación activa en la prevención y la solución de problemas.

Hodson (1999) sostiene que el objetivo de la educación para el alfabetismo científico radica en producir activistas, es decir, personas que luchen por lo que es correcto, bueno y justo; personas que trabajen para recrear la sociedad con una orientación más justa socialmente; personas que trabajen vigorosamente a favor de lo que sea mejor para la biosfera. Hodson (1993) ya planteaba la inclusión de la multiculturalidad en la enseñanza de las ciencias desde un conjunto de estrategias para afrontar la diversidad étnica y cultural del aula; propuestas curriculares para aumentar la autoestima de grupos minoritarios que usualmente han sido excluidos o alienados por lo que la ciencia creara; una forma sobre el racismo y otras formas de discriminación, exclusión y opresión dentro de la ciencia o la enseñanza de las ciencias. Es decir, desde una dimensión sensible al contexto cultural que no busca violentar las creencias que no compartan la visión de mundo creada por la estructura cultural de la ciencia.

Roth & Barton (2004) defienden la articulación de un alfabetismo científico más profundo y más crítico que el fomentado por las iniciativas al uso. Señalan que este suele describirse

como una propiedad del individuo y proponen, en cambio, que se considere como una característica de la práctica colectiva. Consideran que los alumnos aprenden a participar participando y que se debe trabajar con profesores que les den oportunidad a los estudiantes a participar en auténticas actividades comunitarias que propicien la construcción de sociedades planetarias. Dichas sociedades son caracterizadas por Gutiérrez & Prado (1995), por la apertura, dinamicidad, interactividad y complejidad y que requieren de procesos pedagógicos y didácticos, abiertos, dinámicos y creativos, en donde los protagonistas, como sujetos de procesos, estén en actitud de aprendizaje permanente, y, por tanto, se expresen y se relacionen.

La diversidad cultural juega un papel fundamental en los nuevos escenarios de la alfabetización científica. Molina (2012) fundamenta desde diferentes autores la importancia del contexto cultural, a partir del sentido significativo de todo conocimiento y se debe considerar:

Como una forma de llevar la experiencia con el mundo y en el mundo a la experiencia del lenguaje, se trata de una experiencia de sentido, de recuperación de la experiencia (Ricoeur, 1983); como un aspecto dinámico y no como trasfondo en donde se dan las relaciones de conocimientos, ellas, por el contrario, están ancladas a sus contextos, ellas están entrelazadas en él (Middleton & Edwards, 1992); como historia, en un intento de representar los acontecimientos, de darle vida de nuevo, de alguna manera podemos llamar acontecimiento al acto concebido en y con su entorno, un acto en sus contextos (Cole 1999); las relaciones entre contextos de descubrimientos y de justificación en la ciencia, tienen implicaciones en la enseñanza de las ciencias, esta aproximación permite plantear que la ciencia es un producto sociocultural y que también es dependiente de los contextos culturales (p. 61).

Para Mosquera & Molina (2011), tener en cuenta el contexto cultural permite la emergencia de consideraciones históricas nacionales y locales que se sustentan en la polaridad y dualidad, y necesidades percibidas en el reconocimiento de saberes y en conocimientos ancestrales y científicos, y sus relaciones.

Para Gallegos & Gallegos (2009), una alfabetización es científica, tecnológica, social, ambiental y cultural (CTSAC) cuando lo cultural está relacionado con el medio en el que se desenvuelven los estudiantes y es insertado en el contexto escolar, en concordancia con enseñanzas comunitario-planetarias para el desarrollo de las capacidades de asombro, de búsqueda y de significación de los estudiantes (Gutiérrez, 2003). Entendida la capacidad de asombro como: la capacidad de sorprenderse, admirarse, maravillarse, extasiar y fascinarse, ya que el planeta está lleno de sorpresas, de sucesos extraordinarios, mágicos, inusitados, por la belleza, la bondad, la hermosura de todos los seres y donde existen relaciones definidas por la inocencia, la confianza, la intuición y la experiencia estética y lo amoroso (Rueda, 1997).

Un contexto educativo adecuado en la enseñanza de la ciencia, es aquel donde se puede hacer la construcción de una racionalidad basada en lo afectivo-estético, en la

exploración de la imaginación y en la explosión de la expresión creadora por la utilización de un lenguaje íntimo, multicultural, inspirador, poético. Para esta dimensión lúdica, inspiradora, retadora no existen reglas, ni esquemas prediseñados.

Según Vázquez (2012), el área afectiva y emocional juega un papel fundamental, en la educación, para la enseñanza de la ciencia y su planificación curricular, atendiendo, a las profundas relaciones entre la cognición y las emociones, y, en consecuencia, la influencia mutua entre el área afectiva y el aprendizaje. Para Damasio (2005), el aprendizaje de lo cognitivo (hechos, conceptos y teorías) y el pensamiento racional no pueden separarse artificialmente de los afectos.

Desarrollar la actitud de búsqueda, implica hacer de la cotidianidad un proceso de enseñanza y aprendizaje enriquecedor de la ciencias naturales, porque se sabe que la información actualizada está en la calle, en los saberes transculturales, en las familias, en las comunidades, pero también en los medios de información colectiva, en la publicidad, en la palestra política, y en las múltiples manifestaciones culturales, artística, técnica y científica del mundo de hoy. Para Gutiérrez & Castillo (2002), el crecimiento individual y comunitario está dado en el desarrollo de la capacidad de búsqueda, que conlleva el desarrollo de otras capacidades como las de sentir, asombrarse y admirarse, de pasar de un horizonte de comprensión a otro, de localizar, procesar y utilizar la información, de captar las indeterminaciones entre los fenómenos, y de relacionarse e interrelacionarse, para imaginar e inventar.

Estos desarrollos obligan a nuevas prácticas de observación, interacción y percepción permanentes en los nuevos contextos del planeta. Para Maturana (1996), significa sentir, querer y actuar en libertad interior, salir de las ataduras, modelos mentales, estereotipos que nos impiden ver y buscar nuevas maneras de enseñar para afrontar la tragedia planetaria.

Educar en ciencias naturales es impregnar nuestro quehacer educativo de situaciones de contexto (Puig, 2002). Que se circunscriban en el sentido diario de los problemas de las comunidades, de las familias y de los individuos y sean parte de la situación global de la emergencia planetaria. Es fundamental para la intervención didáctica dar sentido a lo que hacemos; es incorporar mi sentido, el sentido de las culturas y del mundo, es compartir y dar sentido, es comprender el sin-sentido de ciertas propuestas educativas en la enseñanza de las ciencias, políticas, y, culturales y por último, es impregnar de sentido las diversas prácticas de la vida cotidiana.

Una educación en ciencias naturales con sentido busca educar seres que pretendan ser protagonistas. Seres para los cuales todas y cada una de las actividades, cada uno de los conceptos y cada uno de los proyectos tienen significado para su vida.

Si queremos dar sentido a los que hacemos en el aula, se deben tener en cuenta el sentimiento, la intuición, la emoción, y la percepción de los significados contextuales

distintivos de ciertas enseñanzas culturales. Es decir, todo lo que hagan los estudiantes y profesores debe tener sentido para él. El sentido no se enseña; el sentido se construye, se hace y se rehace en un proceso de enriquecimiento del contexto situacional comunitario escolar.

No son los conocimientos, los saberes, las verdades y los valores que se transmiten a través de los discursos los que le dan sentido a la vida. El sentido se entrelaza de otra manera, desde los sucesivos contextos multiculturales en que se vive, desde los procesos, desde las relaciones significativas. Si el sentido se hace y se rehace en el hacer cotidiano, resulta claro que el sentido, dentro de la práctica educativa, en este caso de la enseñanza de las ciencias naturales, estaría en el escenario de los aportes de la didáctica de las ciencias, las pedagogías y otros componentes interdisciplinarios y transdisciplinarios, que permitirían generar actividades con sentido en la formación de los protagonistas, para afrontar la toma de decisiones en sus vidas y la de los demás en una aldea planetaria que nos pertenece a todos.

Una sociedad con ciudadanía con conciencia planetaria que entienda, como dice Lovelock (2006), que la tierra es un ser vivo, un sistema de vida integrado, dinámico e inteligente, que requiere de una comprensión igualmente viva, dinámica y planetaria. La naturaleza no es ni un lugar ni un estado del ser; son unos pueblos aborígenes y afrodescendientes que todavía perviven en nuestra cultura latinoamericana en un claro testimonio de la conciencia planetaria: su vida cotidiana, su trabajo, sus celebraciones, su visión de la divinidad y de la muerte, su producción artística y científica así lo demuestran.

En este contexto, es de vital significado la relación entre ciencia y sociedad, entre lo cognitivo y lo social. Por lo que se debe incluir la ciencia y tecnología en las estructuras sociopolíticas de los países, y hacer que forme parte esencial de la economía y la cultura actualmente globalizadas. Desde la educación para la ciudadanía se requiere romper con la mirada positivista de la ciencia aislada y elitista que limita el acceso a la ciencia y se convierte en un obstáculo en la incorporación del concepto de cultura en la formación.

Es muy importante reconocer las relaciones entre la ciencia y la sociedad, lo que es evidente en el mundo actual por sus aportes al desarrollo económico de los países y en mejora de la calidad de vida de la sociedad en lo que concierne a salud, educación, vivienda, transportes y comunicaciones, en una clara dimensión social de la ciencia que está generando estudios desde una nueva perspectiva de la enseñanza de las ciencias (Shadish & Fuller, 1994).

Los enfoques CTS suponen una visión más ajustada del papel social de la ciencia y conlleva una renovación de los sistemas de enseñanza, con el objeto que los estudiantes desarrollen las competencias adecuadas que les permitan participar responsable y críticamente en las decisiones que orientan el desarrollo de la sociedad. Una nueva forma de enseñanza donde en los contenidos y en la forma de enseñar se tenga en cuenta el papel social de los temas, y en los que las estrategias metodológicas se orienten a partir

de la ciencia al desarrollo de capacidades para la participación pública; es importante también reivindicar la importancia de los aspectos axiológicos al lado de los conceptuales en la planeación de los currículos. Se debe formar a los estudiantes para que se desenvuelvan en un mundo influenciado por la ciencia, y, que tengan la capacidad para adoptar actitudes responsables y tomar decisiones fundamentadas (Aikenhead, 1985) frente a esos desarrollos y sus consecuencias.

1.6 Los sistemas integrados de producción (SIPA): una formación desde el contexto

La educación de este nuevo siglo enfrenta un gran reto a superar desde una formación rica en valores y con la capacidad para afrontar la emergencia planetaria en un mundo globalizado, dominado por la economía y con un desborde en las tecnologías y las comunicaciones que acercan de manera vertiginosa el conocimiento hacia las comunidades. La formación de ese ser humano con las capacidades para afrontar los grandes desafíos de la sociedad, desde lo social y lo ambiental, implica el desarrollo de actitudes, conocimientos y habilidades que le permitan interactuar en la construcción de una sociedad más equitativa; es allí donde cobran importancia propuestas alternativas de formación que sean eficaces en promover en los alumnos una nueva forma de mirar el mundo desde sus problemas cotidianos.

Los sistemas integrados de producción agrícola (SIPA) pretenden ser una de esas alternativas, que desde la inter y la transdisciplinariedad buscan acercar al aula de clases los problemas del contexto agrario. Se pretende, desde una mirada sistémica, abordar los conocimientos pertinentes de tal manera que los conocimientos cotidianos confluyan con los científicos. Se busca que el estudiante sea capaz de pensar no solo en lo simple, sino en los sistemas complejos, que se pueden definir como una red de componentes que interactúan interdependientemente dando lugar a un comportamiento global al tiempo que se presentan comportamientos específicos; ese es el caso de los sistemas del sector agrario desarrollados alrededor de las plantas, pero con una significativa influencia en las sociedades y en la calidad de vida de las personas (Arrieta & Daza, 2016).

Los SIPA pretenden, desde la contextualización y desde una cercanía con lo cultural, en particular debe alimentarse de la sabiduría campesina y de los contextos en donde se desarrolla, dentro del marco de problematización de las situaciones. Se lleva al aula de clases, los problemas que se presentan y que hay que resolver desde la interrelación simple de los sistemas complejos, y desde la comunicación entre sí de los diversos sistemas que allí actúan; tratando que el estudiante, desde su mirada crítica y con posiciones autónomas, tome decisiones que permitan abordar las situaciones agrarias como problemas sociales que hay que afrontar, para el logro de un buen vivir.

Los SIPA son asignaturas terminales del programa de Ingeniería Agronómica de la UNIPAZ, Barrancabermeja, Santander, que giran en torno a sistemas productivos predominantes en la región como maíz y yuca, pastos y forrajes, palma africana, hortalizas y frutales (cítricos y mango). Se definen de esa manera porque en su enseñanza se tienen en cuenta

todos los factores (exógenos y endógenos) que intervienen en un proceso productivo, que va desde la siembra hasta el momento que llega al consumidor final y los impactos sociales que en su desarrollo generan. Es un espacio académico donde confluyen los aprendizajes construidos en los semestres anteriores y es el momento donde los futuros profesionales interactúan en contexto resolviendo problemas productivos en campo. Son asignaturas teórico-prácticas, pero con predominio de lo práctico, donde, bajo la coordinación de un docente, los demás son punto de apoyo para los alumnos. Se busca que todos los docentes intervengan en los cultivos que correspondan a cada uno de los sistemas y desde sus áreas específicas, como por ejemplo, el docente de fitopatología apoya a los estudiantes en la identificación y manejo de las enfermedades de su sistema productivo. Todo el desarrollo de la asignatura se realiza a partir de la siembra de una unidad productiva, y los estudiantes, con el apoyo de todos los docentes, resuelven los problemas y las situaciones que se le van presentando en su cultivo.

1.7 Consideraciones finales

En un mundo de continuos cambios, con una diversidad cultural de pensamiento en riesgo e incertidumbre, se necesita mucho más que la afirmación soberbia de una verdad absoluta, por lo que corresponde a los didactólogos prepararse y preparar a los jóvenes en la resolución de problemas para los cuales hay que construir respuestas. Se debe enseñar a pensar desde las situaciones diversas y pluriculturales de los contextos y, desde allí, propiciar una actitud ciudadana de compromiso que favorezca una intervención racional y razonable en un mundo en emergencia planetaria.

Se deben generar propuestas curriculares con perspectivas de transformación que favorezcan una comprensión y conceptualización de los contenidos desde las diversas miradas culturales; evidenciar que estos son productos socioculturales y que es necesario entenderlos desde diferentes explicaciones culturales, lo cual permitiría relacionar y modificar conocimientos previos del estudiantado y le ayudaría a interpretar hechos y acontecimientos desde diferentes puntos de vista. Igualmente le proporcionaría instrumentos de análisis crítico de diferentes realidades socioculturales. Esto amerita, por parte de nosotros, los enseñantes de las ciencias en América Latina, una revisión profunda del currículo y de la búsqueda, o reestructuración de los materiales que ayuden a concretar diferentes perspectivas de una ciudadanía planetaria.

Se necesita replantear los enfoques de las unidades didácticas en la enseñanza de las ciencias y llevarla desde lo disciplinar hacia lo interdisciplinar y transdisciplinar, lo cual permitiría conocer las diversas realidades sociales y culturales y relacionarlas con el contexto global planetario. Romper con los estereotipos, eliminar los prejuicios y combatir la segregación. Posibilitaría la comprensión, contraste y reflexión sobre formas de vida y de organización social en diversos contextos culturales, como estructura y relaciones familiares, oficios y trabajos, formas de vida, costumbres y valores, desde la narración y contrastes de cuentos de diferentes contextos culturales, revitalizando las tradiciones orales y narrativas de los pueblos, y que permitan la intervención familiar y comunitaria.

Potenciar actividades de actitudes positivas hacia la diversidad, facilitar la convivencia, combatir prejuicios, estereotipos y tópicos culturales, el tratamiento y regulación del conflicto, y potenciar habilidades sociales.

Se requiere afrontar la formación inicial y permanente del profesorado enseñante de las ciencias en contextos culturales pluridiversos y desde una orientación crítica, en el que se destaque el compromiso de la enseñanza con la sociedad. Se debe desarrollar en el profesorado una actitud crítica y dialéctica con la realidad, comenzando con un modelo de formación que responda a un profesional reflexivo que supere meramente el modelo cognitivo y tecnológico profesional, con un compromiso en la autocrítica de la práctica docente. Un profesional de la enseñanza de las ciencias reflexivo, que investiga, analiza y reflexiona sobre su práctica, que valora los orígenes, propósitos y consecuencia de su trabajo y que reflexiona sobre el tipo de valores que hay que fomentar en las futuras generaciones (Garritz, Daza, & Lorenzo, 2014). En el proceso de formación se deben incorporar contenidos relacionados con los contextos culturales, que estén orientados a la diversidad.

Se deben proponer metodologías de enseñanza que induzcan a la reflexión y el análisis intercultural, integrando las creencias filosóficas, educativas y sociales de tal manera que conlleven a un planteamiento intercultural a través de un enfoque interdisciplinar transdisciplinar que genere actitudes y destreza crítica.

Desde estos nuevos retos, Daza, Arrieta & Muñoz (2014) plantean que la enseñanza de las ciencias naturales, es más que un nuevo campo de estudios, es una dimensión de estudios con tendencia inter-transdisciplinar, que pone a interactuar filosofía, ciencia, arte, y política; además ofrece la posibilidad semiótica (biosemiótica) de aproximar al docente a un discurso multiverso, inscrito en la multimorfa realidad de la semiósfera cultural. Es una posibilidad de acercarse a lo que somos desde otra (otras) lógica (lógicas), que ayuden a confrontar desde lo complejo una realidad múltiple que se auto-organiza a cada paso.

Se debe crear un mundo que le dé significado a la vida, a los actos, a las relaciones. Se vive junto en una cultura, compartiendo formas de pensar, de sentir, de relacionarnos (Bruner, 1997). Del mismo modo que aprendemos a trabajar juntos, tenemos que aprender a aprender de los otros, a compartir los esfuerzos para comprender el mundo personal, social y natural. El objetivo de la educación es ayudarnos a encontrar nuestro camino en nuestra cultura, a comprenderla en sus complejidades y contradicciones.

Los educadores deben contribuir a hacer posible la participación ciudadana en la búsqueda de soluciones. Y es necesario que asuman este compromiso superando sus percepciones “espontáneas” sobre la situación del mundo que, como se ha puesto de manifiesto en numerosos trabajos, son, en general, fragmentarias y superficiales (Gil, Gavidia, Vilches, & Edwards, 1999) e incurrir en la misma falta grave de comprensión de la situación del planeta que se detecta en la generalidad de los ciudadanos, incluida la

mayoría de “los líderes nacionales e internacionales en los campos de la política, los negocios o la ciencia” (Mayer, 1995, p. 385).

Este cambio propuesto requiere un punto de partida para la enseñanza muy diferente del actual, ya que lo que interesa es que “lo que se sabe” sea, a la vez, lo que se sabe hacer, lo que se sabe evaluar de manera personal y lo que se hace con los otros. Que según Gardner (2000), se traduce en “lo cierto, lo bello, lo bueno”, en el que todas las disciplinas del conocimientos, que son parte de la formación en nuestros profesores, estarán dirigidas al desarrollo global de la persona, en las que cada disciplina aportará contenidos específicos a la vez que, todas, apelarán a la conciencia personal y a las competencias de conocer, ser, hacer y convivir.

No existen formas de conocimiento que puedan asumir en su totalidad la explicación de los fenómenos del mundo. Si bien existen preguntas y respuestas propias que dan identidad a cada disciplina, cada una de ellas presenta limitaciones para explicar la totalidad de los fenómenos; asimismo, las respuestas creadas están siempre sujetas a la provisionalidad. Surge con ello la indispensable necesidad de un diálogo entre disciplinas que posibilite explicar los fenómenos del mundo; un diálogo que, rompiendo con la visión disciplinar, introduzca la necesidad de la visión transdisciplinar (Morín, 1995).

Se pretende en estas nuevas dinámicas de la enseñanza y aprendizaje, enseñar a pensar de manera teórica (Izquierdo & Adúriz, 2003). Los modelos teóricos permiten comprender mejor lo que pasa y cuándo se debe actuar según un proyecto de intervención donde se originan preguntas que se pueden responder tal como corresponde a la cognición, conectando las ideas, las experiencias y los lenguajes, y valorando los resultados tal como corresponde a una actividad humana que se lleva a cabo en una comunidad (científica escolar, en el caso de las ciencias, en la enseñanza). Ha de desarrollarse en un espacio disciplinar, pero abierto, en el que puedan convivir todas las disciplinas; las actividades concretas disciplinares han de contener la semilla de las otras disciplinas que conviven en nuestra cultura para llegar a cubrir un espectro que vaya de lo disciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar, a lo multidisciplinar, según el paradigma de la complejidad (Bonil & Pujol, 2010).

Eso significa introducir una variedad de métodos y estrategias didácticas que respondan y otorguen legitimidad a la diversidad; permitiendo diversos tipos de lenguaje que estimulen desafíos y permitan aflorar los diversos niveles de realidad y las diversas percepciones de la misma, para que todos puedan sentirse reconocidos y legitimados; desde la compleja singularidad de cada persona, de cada comunidad. En estas estrategias, el desarrollo de la autonomía intelectual, de la conciencia, de la creatividad y del razonamiento crítico y la expresión de pensamientos, sentimientos y emociones serán los ejes básicos del quehacer en el aula.

Por consiguiente, la nueva comprensión de la enseñanza de las ciencias naturales pasa de una mirada disciplinar hacia una mayor complejidad, inter y transdisciplinar, y pretende

aportar desde el contexto escolar, una mayor comprensión del mundo; hacia una intensificación del sentido de la responsabilidad y de la solidaridad, sobre la base de aceptar nuestras diferencias espirituales y culturales. Apostar una formación en los profesores, desde esa nueva mirada significa defender un nuevo tipo de persona, más abierta, flexible y solidaria, democrática y crítica, con una formación más polivalente para hacer frente a una sociedad, donde la palabra cambio es uno de los vocablos más frecuente y donde el futuro tiene un grado de imprevisibilidad mayor.

Los enfoques CTS son muy importantes que se tengan presente en el proceso de enseñanza de las ciencias y para ello se debe tener en cuenta lo que la historia y la filosofía de la ciencia pueden aportar (Matthews, 1998). Desde allí es posible que se pueda entender la relación entre ciencia y sociedad, cómo ha sido su evolución y cuáles son sus implicaciones sociales, culturales y ambientales en el desarrollo de las sociedades.

Por lo tanto, se debe tener en consideración que a partir de la educación científica se pueden desarrollar procesos de formación humanizados y sensibles que busquen en los estudiantes competencias que le permitan actuar participativamente en la construcción de un mundo más equitativo y responsable con la naturaleza; es un ejercicio de reflexión permanente que dé luces a cómo se pueden contribuir desde las clases de ciencias para lograr una educación en ciencia contextualizada y humanizada.

Referencias

- Aikenhead, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69, 453-475.
- Arrieta, R. & Daza, S. (marzo, 2016). *La enseñanza de la Ingeniería Agronómica en el Posacuerdo*. Ponencia presentada en el Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos, Bucaramanga, Colombia.
- Bolívar, A. (2007). La formación del profesorado: entre la posibilidad y la realidad. En J. Romero y A. Luis (Eds.), *La formación del profesorado a la luz de una profesionalidad democrática* (pp. 79-120). Santander, España: Consejería de Educación de Cantabria.
- Bonil, J, M., & Pujol, R. M. (2010). [3] Educación para la Sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7.
- Bruner, J. (1997). *La educación puerta de la cultura*. Madrid, España: Visor.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización: La indagación y la modelización. *Alambique*, 69, 21-34.
- Cole, M. (1999). *Psicología cultural* (T. del Amo, Trad.). Madrid, España: Morata.
- Cross, R. T. & Price, R. F. (1992). The social responsibility of science and the public understanding of science. *International Journal Science Education*, 21(7), 775-785.
- Damasio, A. R. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y de los sentimientos*. Barcelona, España: Crítica.
- Daza, S. & Arrieta, J. (2014). El conocimiento de la naturaleza de las ciencias: un tópico a tener en cuenta en el conocimiento pedagógico del contenido emergente o ecosistémico de la biología. En A. Garritz, S. Daza y G. Lorenzo (Eds.), *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana* (pp. 368-402). Saarbrücken, Alemania: Editorial académica española.

- Daza, S., Arrieta, J., & Muñoz, E. (2014). ¿Qué sentido tiene la naturaleza de la ciencia y la historia de la ciencia en la formación ciudadana y valórica de un ser planetario? En M. Quintanilla, S. Daza & H. Cabrera (Eds.), *Historia y filosofía de la ciencia aportes para una “nueva aula de ciencias”, promotora de ciudadanía y valores* (pp. 132-154). Santiago, Chile: Editorial Bellaterra Ltda.
- Daza, S., Arrieta, J., Ríos, O., & Contreras, J. (2014). El bloque académico como estructura interdisciplinaria en el programa de medicina veterinaria y zootecnia en Unipaz. *Revista CITECSA*, 5(8). Recuperado de <http://132.248.9.34/hevila/RevistaCITECSA/2014/vol5/no8/1.pdf>
- Daza, S. (2013). Una nueva dinámica de la educación para un mundo en emergencia planetaria. Recuperado de <http://catic.unab.edu.co/reduniversitaria/wp-content/uploads/2013/08/ARTICULO-de-las-relatorias.pdf>
- Daza, S., Quintanilla, M., & Arrieta, J. R. (2011). La cultura de la ciencia: contribuciones para desarrollar competencias de pensamiento científico en un encuentro con la diversidad. *Revista Científica*, (14), 97-111. Recuperado de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/download/3705/5305>
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid, España: Santillana.
- Eagleton, T. (2000). *La idea de cultura (The Idea of culture)*. Sao Paulo, Brasil: Editora UNESP.
- Einstein, A. (2011). *El mundo como yo lo veo*. Barcelona, España: Ediciones Brontes S. L.
- Gallego, R. & Gallego, A. (2009). *El cambio Climático. La catástrofe que nos acecha*. Bogotá, Colombia: Comunicación visual taller creativo.
- García Canclini, N. (2004). *Diferentes, desiguales y desconectados. Mapas de la Interculturalidad*. Buenos Aires, Argentina: Gedisa.
- Gardner, H. (2000). *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*. Barcelona, España: Paidós.
- Garritz, A., Daza, S., & Lorenzo, G. (2014). ¿Transposición didáctica o conocimiento didáctico del contenido o conocimiento pedagógico del contenido? “a rose y any other name”. En A. Garritz, S. Daza y G. Lorenzo (Eds.), *Una perspectiva iberoamericana* (pp. 5-23). Saarbürcken, Alemania: Editorial académica española.
- Gerrtz, N. (1989). *La interpretación de las culturas*. Barcelona, España: Gedisa.
- Gil, D., Gavidia, V., Vilches, A., & Edwards, M. (1999). Visiones de los profesores de ciencias sobre las problemáticas a las que la comunidad científica y la sociedad deberían prestar una atención prioritaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 13, 81-97.
- Gutiérrez, F. (2003). Ciudadanía planetaria. En J. Martínez Bonafé (Ed.), *Ciudadanía, poder y educación* (pp. 133-155).. Barcelona, España: Editorial Grao.
- Gutiérrez, F. & Prieto Castillo, D. (2002). *Mediación Pedagógica* (3ª Ed). Guatemala: Edusac.
- Gutiérrez, M., Gómez, M., & Martín, M. (2002). ¿Es cultura la ciencia? En P. Membiela (ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 17-31). Madrid, España: Narcea
- Gutiérrez, F. & Prado, C. (1995). *Ecopedagogía: Ciudadanía planetaria*. Costa rica: Editorialpec Heredia.
- Herrera, M. (2014). Políticas públicas en educación en Colombia y América Latina: la arena de del campo intelectual en la historia reciente. En C. J. Mosquera Suárez (Comp.), *Perspectivas educativas lecciones inaugurales* (pp. 11-22). Bogotá, Colombia: Serie de lecciones inaugurales n° 1. Doctorado Interinstitucional en Educación DIE. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science Education*, 83(6), 775-796.

- Hodson, D. (1993). In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*, 77(6), 685-711.
- Izquierdo, M., Espinet, M., Bonil, J., & Pujol, M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la Escuela*, 54, 21-30
- Izquierdo, A, M. & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.
- Jarman, R. & Macclune, B. (2010). *El desarrollo del alfabetismo científico. El uso de los medios en el aula*. Madrid, España: Editorial Morata.
- Kozlarek, O. (2010). Humanismo y conciencia del mundo como orientadores para una ciencia transdisciplinaria e intercultural. En A. Peláez & R. Suárez (Coords.), *Observaciones filosóficas en torno a la transdisciplinaridad* (pp. 90-106). Barcelona, España: Antrhopos.
- Kymlicka, W. (2003). Estados multiculturales y ciudadanos interculturales. En R. Zariquiey (Ed.), *Actas del V Congreso Latinoamericano de Educación Intercultural Bilingüe: Realidad multilingüe y desafío intercultural*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lovelock, J. (2006). GAIA un modelo para la dinámica celular planetaria. En W. I. Thompson (Ed.), *GAIA implicaciones de la nueva biología* (4ª Ed., pp. 64-94). Barcelona, España: Editorial Kairos.
- Macas, L. (2011). El *suymak kawsay*. En A. Acosta et al. (Eds.), *Colonialismos del siglo XXI. Negocios extractivos y defensa del territorio en América Latina* (pp. 139-156). Barcelona, España: Icaria y Entre Pueblos.
- Matthews, M. R. (1998). The Nature of Science and Science Teaching. En B. J Fraser. & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 981-999). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic P.
- Maturana, H. (1996). *El sentido de los humano* (8ª Ed). Santiago, Chile: Dolmen.
- Maturana, H. (1995). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Santiago, Chile: Editorial Dolmen.
- Mayer, M. (1998). Educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 217-231.
- Mayer, V. (1995). Using the Earth System for Integrating the Science Curriculum. *Science Education*, 79(4), 375-391.
- Middleton, D. & Edwards, D. (1992). Recuerdo conversacional: un enfoque sociológico. En D. Middleton y D. Edwards (Comps.), *Memoria compartida. La naturaleza social del recuerdo y del olvido* (pp. 137-155). España: Paidós.
- Molina, A. (2012). Desafíos para la formación de profesores de ciencias: aprender de la diversidad cultural. *Revista Internacional del Magisterio*, 57(6), 78-82.
- Morín, E. (1995). Sobre la interdisciplinariedad. *Revista Complejidad*, 1(0).
- Mosquera, C. (2014). Miradas contemporáneas en educación: algunos puntos clave para el debate. Bogotá, Colombia: Doctorado Interinstitucional en Educación DIE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Mosquera, C. & Molina, A. (2011). Tendencias actuales en la formación de profesores de ciencias, diversidad cultural y perspectivas contextualista. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 30, 9-29.
- Nussbaum, M. C. (1999). *Los límites del patriotismo. Identidad, pertenencia y ciudadanía mundial*. Barcelona, España: Paidós.
- Puig, N. S. (2002). ¿Qué comporta" capacitar para la acción" en el marco de la escuela? *Investigación en la Escuela*, (46), 49-54.
- Pujol, R. M. & Bonil, J. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la Escuela*, 54, 21-30.
- Quintanilla, M. (2009). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 9-23.

- Quintanilla, M., Daza, S., & Cabrera, H. (2014). Historia y filosofía de la ciencia aportes para una "nueva aula de ciencias", promotora de ciudadanía y valores. Santiago, Chile: Editorial Bellaterra Ltda.
- Ricoeur, R. (1983). *A metáfora viva*. Porto, Portugal: Res Editora.
- Roth, W. M. & Barton, A. C. (2004). *Rethinking scientific literacy*. New York, NY: Routledge Falmer.
- Rueda, E. (1997). Transferir y significar: Educando para una biocultural. En G. Cely (Ed.), *Bioética y universidad*. Bogotá, Colombia: Ceja.
- Sadler, T. D. (2007). *The Aims of Science Education: Unifying the Fundamental and Derived Senses of Scientific Literacy*. Paper presentado en Promoting scientific literacy: Science education research in transaction.
- Shadish, W. R. & Fuller, S. (Eds.). (1994). *The Social Psychology of Science*. New York, NY: The Guilford Press.
- Shen, B. S. (1975). Science literacy and the public understanding of science. En S. B. Day (Ed.), *Communications of Scientific Information*. Basil, Deutschland: Karger.
- Solbes, J. & Vilches, A. (2000). Finalidades de la educación científica y relaciones CTS. En I. P. Martins (Ed.), *O Movimento CTS na península Ibérica* (pp. 207-217). Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro.
- Torres, S. J. (2003). La educación escolar en las sociedades multiculturales. En J. Martínez Bonafé (coord.), *Ciudadanía, poder y educación* (pp. 113-131). Barcelona, España: Editorial Grao.
- Vásquez, A. (2012). La educación científica y los factores afectivos relacionados con la ciencia y tecnológica. En V. Mellado & L. Blanco (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp. 245-278). España: Grupo de investigación DEPROFE.
- Vilar, S. (1997). *Nueva racionalidad*. Barcelona, España: Kairos.
- Vilches, A., & Pérez, D. G. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global. *Educatio siglo XXI*, 25, 19-49.

CAPÍTULO 2

Perspectivas críticas de educación ambiental: Abordando cuestiones de vulnerabilidad socioambiental en la enseñanza de las ciencias

María Angélica Mejía C

Universidade Federal do Rio de Janeiro
missangelux@hotmail.com

Sama de Freitas Juliani

Universidade Federal do Rio de Janeiro
samadefreitasjuliani@gmail.com

Gabriela Ventura

Universidade Federal do Rio de Janeiro
gabriela.silva@ifrj.edu.br

Laísa Maria Freire

Universidade Federal do Rio de Janeiro
laisa@biologia.ufrj.br

Contenidos

Resumen

2.1 Introducción

2.2 Vulnerabilidad y crisis socioambiental en el mundo contemporáneo

2.3 Educación ambiental desde la perspectiva crítica

2.4 Conflictos socioambientales presentes en Latinoamérica

2.5 El petróleo y la obtención de energía

2.6 Conflictos del uso del agua y participación social

2.7 Diálogo entre la educación en ciencias y la educación ambiental para trabajar en contextos de vulnerabilidad socioambiental

2.8 Consideraciones finales

2.9 Agradecimientos

Referencias

Perspectivas críticas de educación ambiental: Abordando cuestiones de vulnerabilidad socioambiental en la enseñanza de las ciencias

Resumen

Actualmente se entiende que la educación en ciencias puede contribuir a la formación de ciudadanos participativos y capaces de tomar decisiones desde posturas críticas, en búsqueda de un empoderamiento social que permita una igualdad y justicia socioambiental. En este sentido, reconocemos la importancia de la relación entre educación en ciencias y educación ambiental, y desarrollamos en este capítulo teórico, en un primer momento, un abordaje de la problemática de la vulnerabilidad y de la crisis socioambiental propia del mundo contemporáneo. A continuación, presentamos la educación ambiental desde perspectivas críticas que permitan a los profesores e investigadores reflexionar sobre las relaciones actuales de los dominios de la práctica social y los discursos partícipes en la enseñanza de las ciencias que contribuyen a mantener y/o naturalizar los escenarios de vulnerabilidad socioambiental. Luego caracterizamos conflictos socioambientales presentes en Latinoamérica y en especial en Brasil. A modo de síntesis señalamos algunos posibles abordajes sobre la vulnerabilidad ambiental en un escenario de diálogo entre la educación en ciencias y la educación ambiental.

2.1 Introducción

A partir de lecturas y prácticas contemporáneas de la educación en ciencias se busca poder contribuir a la formación de ciudadanos participativos y capaces de tomar decisiones desde posturas críticas, en pos de un empoderamiento social que permita una igualdad y justicia socioambiental (Roberts, 2007; Santos, 2008). En este sentido, reconocemos la importancia de la relación entre la educación en ciencias y la educación ambiental que puede estar presente en los espacios escolares y cada vez más relacionada con el campo de investigación de la enseñanza de las ciencias a nivel internacional³.

En nuestro Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental e Educação em Ciências/UFRJ, hemos venido trabajando posibles relaciones entre la educación en ciencias y la educación ambiental, en diferentes espacios formativos y contextos de aprendizaje⁴. En algunas de estas investigaciones, buscamos comprender, aunque de modo preliminar, dichas relaciones a partir de los estudios críticos del discurso como referente teórico-metodológico teniendo en cuenta que el lenguaje no es transparente y que muchas cargas ideológicas están en el plan discursivo. Por lo tanto, para los profesores e investigadores en enseñanza de las ciencias el tema es relevante y les puede interesar, ya que la

³En muchos países la educación ambiental está presente en la legislación escolar, en la formación docente en ciencias, y en los congresos y revistas que constituyen el campo de investigación de la enseñanza de las ciencias.

⁴ Para mayor información algunas de las publicaciones son: Alves & Freire, (2014); Chiote & Freire (2014); Freire, Cosenza, & Martins (2015); Freire (2013); Juliani, Freire, García, & Resende Filho (2014); Ventura & Freire (2015).

educación ambiental, en general, amplía y/o se opone a la racionalidad técnica considerada para tratar las cuestiones ambientales desde la enseñanza de las ciencias, e incorpora diferentes saberes y racionalidades (Leff, 2002) al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Cabe añadir que la educación ambiental en la escuela es una demanda social, inherente a la importancia del tema en la sociedad actual. Como resultado de esto, podemos concebirla como una demanda de políticas públicas educativas, y ambientales globales y locales, las que suelen llegar de manera principal a los profesores de ciencias naturales y biología.

Por otro lado, buscar una relación entre educación en ciencias y educación ambiental es traer a la enseñanza de las ciencias sus implicaciones con las dimensiones de la sustentabilidad. Para Haluza–Delay (2013), una amplia visión de sustentabilidad puede ampliar el rol de la educación ambiental (EA), permitiendo cuestionamientos y enfrentamiento de las injusticias socioambientales y sus causas. En este contexto, el proceso de enseñanza y aprendizaje de las cuestiones ambientales relaciona el actuar con aquello que es comprendido como injusto.

No desconocemos otras perspectivas críticas de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las cuestiones ambientales, tales como: Wals & Dillon (2013), que estudian teorías emergentes de aprendizaje; Greenwood (2013), quien trabaja el concepto de pedagogía crítica de lugar, defendiendo una nueva orientación filosófica y política frente al ambiental; y Shava (2013), que caracteriza epistemologías plurales a partir de conocimientos indígenas. En este trabajo buscamos caracterizar una mirada hacia las vulnerabilidades y los conflictos socioambientales de modo de construir una relación entre EA y la enseñanza de las ciencias a partir de discusiones que conlleven a garantizar los derechos humanos y la justicia ambiental. De esta manera, invitamos a que los profesores incorporen en su práctica educativa no solo las dimensiones simbólica y cognitiva de la EA y de la enseñanza de las ciencias, sino también la dimensión política; teniendo en cuenta que los procesos educativos tienen cargas ideológicas y relaciones de poder que son concebidos y reproducidos por medio de la interacción, de ahí la importancia de que esta discusión contribuya a un proceso de apropiación y transformación sociocultural.

2.2 Vulnerabilidad y crisis socioambiental en el mundo contemporáneo

Latinoamérica es una región que no escapa a la vulnerabilidad socioambiental del mundo contemporáneo, propio de la sociedad capitalista en que estamos inmersos. Como resultado de su apuesta a un desarrollo y a un progreso económico, se abre la oportunidad para la generación de conflictos socioambientales como contaminación, deforestación, minería, mal uso y poca conservación de los recursos hídricos, además de la insostenibilidad de un modelo en el cual la mayor cantidad de la población vive en condiciones adversas (Mayor, 2009).

Considerando los costos y beneficios de usos de la naturaleza, varios de los principales aspectos socioambientales se transforman en activos de una bolsa de valores, estableciendo usos de acuerdo con la oferta y demanda del mercado, y los bienes inmateriales como justicia social, equidad, igualdad, entre otros, no se valorizan (Mejía C., García, Freire, & Castillo, 2014). En este sentido, las condiciones sociopolíticas que deberían brindar buenas condiciones de vida y protección social y ambiental son destinadas a aumentar el PIB⁵ del país, aunque los beneficios sean principalmente de empresas privadas e inversionistas. Por lo tanto, se genera una estructura socioeconómica que produce condiciones de vida precarias y ambientes deteriorados, expresando, a su vez, menor capacidad de reducción de riesgos y baja resiliencia, lo que genera lo que conocemos como vulnerabilidad ambiental (De Freitas, De Carvalho, Ximenes, Arraes, & Gomes, 2012), en lugar, de promover un desarrollo en diferentes esferas, como son lo social, cultural, educativo y también económico.

La sustitución de la justicia social por las leyes de mercado conduce a diferentes tipos de crisis, sobre todo aquellas que inducen a la falta de las condiciones básicas que tenemos como derecho humano a la vida, que constantemente afecta a las poblaciones más populares. Por ejemplo, al carecer de medios para obtener bienes como vivienda, las familias más pobres invaden espacios en riesgo o lugares no deseados, poniéndose en riesgo de muerte ante un desastre natural (Norris, Stevens, Pfefferbaum, Wyche, & Pfefferbaum, 2007). En este mismo contexto, la crisis ambiental resulta de relaciones sociales establecidas y constituyentes de un determinado modelo de organización societaria que conforma las relaciones ser humano-naturaleza, cultura-naturaleza; con distribución desigual de los beneficios y prejuicios sociales y ambientales. En la sociedad contemporánea, diversos grupos sociales se sitúan en condiciones de vulnerabilidad socioambiental, opresión social y explotación económica, como por ejemplo: inmigrantes, pescadores, artesanos, moradores de periferia, comunidades indígenas, afrodescendientes, y agricultores familiares entre otros.

Podemos resaltar tres elementos críticos que afectan a los diversos grupos sociales: el primero vinculado con la dinámica de la producción y la distribución de riquezas en la sociedad, la cual es mediada por relaciones mercantilistas sujetas a la asimetría del poder; el segundo corresponde a los escenarios de conflictos socioambientales generados de acuerdo con el acceso, apropiación, uso y abuso de los servicios ecosistémicos; y el tercero, las injusticias ambientales realizadas a los grupos más vulnerables, agravando la ya delicada situación de opresión social y explotación económica a que tales grupos sociales son impuestos por grupos que imponen una hegemonía (Layrargues, 2006).

De acuerdo con lo presentado anteriormente, estamos entendiendo la vulnerabilidad de manera multidimensional, incluyendo aspectos sociales, económicos, ambientales y psicológicos en una comunidad, y no solamente desde una vulnerabilidad asociada con desastres como evento natural y las relaciones sociales que se dan en función del evento (Araújo & Rosa, 2014).

⁵ Producto Interno Bruto.

2.3 Educación ambiental desde la perspectiva crítica

A nivel mundial, se puede encontrar una diversidad de proposiciones teóricas, metodológicas, pedagógicas y políticas sobre educación ambiental, lo que ha caracterizado el campo como heterogéneo. Dichas proposiciones tienen que ver con el hecho de que la EA se ha desarrollado de manera local/regional en distintas partes del mundo, generando una diversidad de escuelas teóricas como la europea, la latinoamericana, la australiana, la norteamericana, etc. Por lo tanto, hay autores como Sauvè (2005), y Layrargues & Lima (2011) que han intentado categorizar e identificar cuáles son los modelos teóricos y metodológicos a nivel global más practicados de la EA.

Para identificar lo que Sauvè (2005) llama corrientes de pensamiento y práctica en la educación ambiental, se basó en la concepción de ambiente, el propósito y el enfoque de la EA: encontró quince corrientes: naturalista, conservacionista, resolutive, sistémica, científica, humanista, moral/ética, holística, biorregionalista, práxica, crítica, feminista, etnográfica, ecoeducación, y sostenibilidad/sustentabilidad.

Por su parte, Layrargues & Lima (2011) identifican tres macro-tendencias político-pedagógicas de educación ambiental: conservacionista, pragmática y crítica. Según Layrargues (2012) es difícil identificar las semejanzas y diferencias entre las diversas identidades político-pedagógicas de la EA, incluso debido a las grandes similitudes encontradas en esa diversidad de nomenclaturas creadas para esta disciplina, lo que afecta la identidad del campo. Además este autor hace una relación de las tendencias identificadas en el campo de la educación ambiental con aquellas que pertenecen al ambientalismo y que fueron reconocidas por Martínez-Alier (2007): culto a lo silvestre, evangelio de la ecoeficiencia y ecologismo de los pobres.

Con relación a esa diversidad de posiciones, surgen nuevos planteamientos conceptuales y semánticos según Hart (2009), como es la educación para el desarrollo sostenible y que ganó todo un decenio de acciones desde la perspectiva de Unesco (Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible - 2005 a 2014). Sin embargo, para González-Gaudio & Puente-Quintanilla (2010) no solamente es una cuestión de semántica, sino que son dos proyectos político-pedagógicos diferentes y que están en disputa por la hegemonía en el campo de la educación ambiental. Por consiguiente, es importante comprender la tensión ideológica existente entre estos dos proyectos, considerando la importancia del debate epistemológico, ontológico, político, filosófico, y metodológico para la maduración de ese campo. No obstante, esa heterogeneidad ha permitido el surgimiento de nuevos escenarios de investigación, como la incorporación de elementos sociales y culturales, así como nuevas definiciones de conocimientos considerados válidos en relación con la justicia socioambiental.

Un tema común en las nuevas perspectivas de investigación de la EA es la necesidad de (re)encontrar la investigación y la pedagogía, enfocando una comprensión del contexto sociocultural que engloba las cuestiones educacionales de enseñanza y aprendizaje (Hart,

2009, p. 163). Asimismo Hart (2009) señala los cambios ocurridos en el campo de la EA por medio de la intersección cada vez más compleja entre las cuestiones ecológicas y las socioculturales, a través de una amplia gama de perspectivas críticas, las cuales incorporan discusiones relativas al género, raza, clase, además de cuestiones relacionadas a la base geográfica y sexual, y contemplando asuntos de aprendizaje socioecológico. Un ejemplo planteado por este autor está basado en la dispersión de concepciones sobre EA en la literatura canadiense; sin embargo, se identificaron nuevos enfoques sobre justicia social, conocimiento indígena y tradiciones feministas.

Este último ejemplo nos permite hablar de los nuevos abordajes críticos de la educación ambiental hacia las contradicciones de las sociedades actuales, enfatizando los casos de las injusticias sociales y ambientales; estos se sustentan por la lógica del desarrollo capitalista, que ignora, justifica y/o legitima la exploración y la sumisión de diversos grupos sociales a riesgos, daños ambientales y degradación socioambiental. Este abordaje nos recuerda un cuestionamiento realizado por Sauv e: “ C mo la Educación Ambiental puede colaborar para desconstruir la consecuencia nefasta del colonialismo sobre los países en desarrollo?” (2005, p. 30); para abordar esta cuestión es importante tener una perspectiva crítica sobre el escenario de conflicto socioambiental en Latinoamérica.

Sobre el campo de la educación en Latinoamérica, Gonz ales-Gaudio & Puente-Quintanilla afirman que:

A lo largo de las tres últimas décadas hemos asistido a la construcción del campo de la Educación Ambiental en la región. Ha sido una construcción inestable y precaria tal y como lo es también la realidad de nuestros pueblos. Pero hemos sido testigos de un proceso bastante progresivo –no lineal– en el que la Educación Ambiental ha venido legitimándose en las políticas públicas y creando intersticios en el tejido social amplio (2010, p. 42).

Sin embargo, existen movimientos de resistencia cultural y política que pueden contribuir a la creación de un pensamiento ambiental latinoamericano (Layrargues, 2012), dentro de estas resistencias, surge el concepto de “buen vivir”, el cual busca en los saberes originarios de los pueblos andinos, posibilidades para repensar las relaciones sociales entre los seres humanos y la naturaleza, y para la construcción de otros proyectos societarios contrahegemónicos de sostenibilidad (Camargo & Tonso, 2013).

En este sentido, existen autores desde la epistemología del sur, como Camargo & Tonso (2013), que buscan articulaciones entre la educación ambiental crítica y el concepto del buen vivir. Dado que, desde la perspectiva crítica, la EA permite reflexionar sobre las diferentes formas históricas situadas y condicionadas de las relaciones de la sociedad con la naturaleza, la asimetría social, en un contexto de vulnerabilidad socioambiental, en la cual estamos inmersos a nivel latinoamericano. Siendo así, es necesario problematizar las relaciones que hemos establecido históricamente con la naturaleza. Por tanto, en esta perspectiva la EA reivindica una dimensión ético-política que puede contribuir en la

transformación de las relaciones sociedad-naturaleza y entre los sujetos entre sí (Trein, 2012), en búsqueda de una justicia socioambiental. Además, el concepto del buen vivir es comprendido como forma de resistencia político-cultural y la posibilidad de construcción de nuevas alternativas a la lógica capitalista que emerge contextualizado por los embates político-culturales en el período actual de globalización neoliberal (Camargo & Tonso, 2013).

Un ejemplo de avance en esta relación usado por Camargo & Tonso (2013) es la construcción de la Constitución Política del Estado de Bolivia, la que establece como deber constitucional garantizar y reconocer los valores y saberes de los pueblos andinos en sus principios. Para esto incorpora la organización social de los pueblos, respetando sus costumbres culturales, además de plantear la necesidad de reafirmar y unificar las naciones. A su vez, incluye el principio “vivir bien” (Sumak Kawsay), que ha sido considerado como una alternativa a los problemas socioambientales, además de rescatar las tradiciones andinas originarias, por tanto, ha sido reconocido a nivel nacional y por los movimientos sociales indígenas de Bolivia.

De acuerdo con lo planteado anteriormente, entendemos que en la lucha contrahegemónica en el campo de la educación ambiental, existen movimientos de resistencia política-cultural que emergen en las diferentes formas de comprender la realidad socioambiental. En el campo de la EA, observamos que la crítica actual al modelo de desarrollo y las consecuencias para las relaciones sociales y ambientales, materializadas en los numerosos casos de injusticia socioambiental que se han constituido, es una importante tendencia para las investigaciones (y las prácticas) en esta disciplina.

La intencionalidad político-pedagógica de comprensión y resolución de los conflictos socioambientales constituye la identidad exclusiva de la macro-tendencia política de la pedagogía crítica (Layrargues, 2012). Desde esta perspectiva, entendemos la cuestión ambiental intrínsecamente asociada a los conflictos sociales, comprendiendo que las relaciones entre los seres humanos y el ambiente son construcciones históricas y socioculturales, de modo que el énfasis está en la problematización de las contradicciones del modelo de desarrollo y las formas de opresión, exploración y dominio, visando la superación de la desigualdad y la injusticia ambiental. Layrargues (2012), en tanto, apunta que esa tendencia aún se encuentra restringida al ámbito académico de las investigaciones en educación ambiental. Ese aspecto corrobora a González-Gaudio & Lorenzetti (2009) al observar que los conocimientos y prácticas compartidas por el abordaje crítico no están siendo incorporados por los profesores en el ámbito de sus prácticas pedagógicas en las escuelas.

Considerando el enfoque epistemológico de los abordajes críticos de la educación ambiental, es fundamental traer para el debate las dimensiones geopolíticas y económicas de la realidad socioambiental. Buscando la superación de dualismos como individuo-sociedad y sociedad-naturaleza, se debe entender a los sujetos como individuos

históricamente determinados, que se constituyen socialmente en acciones políticas con vistas a la transformación social (Loureiro & Cunha, 2008). Y se debe entender la educación como un proceso de mediación de intereses y conflictos entre actores sociales que actúan sobre el ambiente natural y construido, definiendo y redefiniendo continuamente el modo como los diferentes actores sociales, a través de sus prácticas, alteran la calidad del ambiente y también cómo se distribuyen los costos y beneficios decurrentes de la acción de estos actores (Quintas, 2000).

Por tanto, la educación ambiental crítica debe considerar las representaciones sociales presentes en un grupo social, así como las diferentes visiones de mundo, en relación con el ambiente, las religiones, el pasado e historia, las clases sociales y las culturas diferentes; también debe considerar las cuestiones del proceso social, económico, histórico, político, cultural y biológico, por tanto, debe tener un trabajo interdisciplinar, debe proporcionar y desarrollar un posicionamiento crítico, tornando a los sujetos participantes en ciudadanos capaces de rediscutir valores existentes en su realidad, incentivar la participación popular y el protagonismo social; debe generar una educación política, por tanto, ser agente motivador para movilizaciones políticas sociales (Castro & Bomfim, 2011).

2.4 Conflictos socioambientales presentes en Latinoamérica

Latinoamérica es un escenario fértil lleno de conflictos socioambientales; exploraremos algunos de ellos en este apartado. Lograremos hacerlo desde el punto de vista de la relación con la posibilidad de aprovechar dichos escenarios para procesos de enseñanza de las ciencias en la contemporaneidad, a través de una mirada crítica, que considera el rol de la educación ambiental en dichos procesos.

En el contexto latinoamericano, compartimos raíces históricas comunes de procesos de colonización europea que conforman estilos de vida, valores, políticas y economías. Sin embargo, autores como Souza-Santos (2011) apuestan por construcciones de una geoeπισtemología del sur en búsqueda de una emancipación que fracture la hegemonía tanto del capitalismo como del colonialismo. En este sentido, Souza-Santos (2011) reconoce que a nivel latinoamericano hay una mayor visibilidad de luchas sociales orientadas a resemantizar viejos conceptos e introducir otros nuevos que no han sido partícipes de la teoría crítica eurocéntrica. Esto implica asimilar que la comprensión del mundo no solo es la occidental, así como reconocer que existe una diversidad en el ser, pensar, sentir, en las formas de relacionarnos, entre otras, lo que conlleva a una valorización de la diferencia.

En esta relación de colonialismo podemos encontrar, por ejemplo, la concepción de atraso y la necesidad de progreso impuesta por el Norte, que valoran un estilo y ritmo de vida que no respeta las culturas locales (Dantas, 2014). Actualmente en Latinoamérica, hay un movimiento de rescate de las identidades culturales tradicionales, impulsadas por los conflictos sociales y ambientales que tienen su origen en los regímenes de explotación de la naturaleza y del trabajo humano, en los procesos de colonización. En las palabras de Leff:

El lugar de la identidad no podrá ser un sitio del ser. Los derechos comunales se nutren de sentido y de diversidad; no se plasman en un “lugar común” o en un “futuro común”. El hombre, por su voluntad de saber y su poder de apropiación de la naturaleza, ha transformado al mundo, cambiando leyes, desviando inercias, generando significados, forjando sentidos (2000, p. 66).

En este sentido, encontramos la Red Latinoamericana de Pensamiento Crítico del Sur (Programa Sur Global, s. f.) que busca pensar el Sur, reconociéndolo como un territorio sin fronteras definidas, en el que su historia ha sido marcada por procesos de colonialismos e imperialismos tanto a nivel político como económico. Este tipo de reconocimientos ha permitido la generación de nuevos proyectos a nivel nacional con una base popular, modelados por procesos de violencia política colonial, de partición territorial y conflicto interno que, en gran medida, han obedecido a esquemas de dominación transnacionales, es decir, conflictos generados por el capitalismo.

Así, buscamos posibilidades de entendernos en cuanto a cuestiones ambientales a partir de identidades latinoamericanas marcadas por luchas e injusticias socioambientales, lo que nos confiere una capacidad y una identidad muy propia para entender y enfrentar nuestros asuntos socioambientales. En una sociedad desigual, los conflictos socioambientales surgen de las injusticias con grupos sociales vulnerables, dados que todos los efectos nocivos del desarrollo recaen siempre sobre dichas poblaciones (Acselrad, Mello, & Bezerra, 2013). El concepto de injusticia ambiental define, entonces, las situaciones en que la carga de los daños ambientales del desarrollo se concentra predominantemente en las poblaciones pobres y sus localidades de vida. En este sentido, Svampa (2012) aporta que los conflictos socioambientales son el resultado de aquellas relaciones de poder sobre el territorio y los servicios ecosistémicos, generando enfrentamientos de intereses y valores, dado a las divergencias y a las asimetrías de poder, los cuales se expresan desde diferentes formas de concebir y actuar en relación con el territorio, naturaleza y ambiente, sumado a la comprensión y búsqueda de un desarrollo y una democracia.

Por otro lado, es importante recordar cómo a través de la historia se han realizado luchas en búsqueda de justicia ambiental, en este sentido, encontramos a Navarro (2012, p. 155):

Las luchas socioambientales, a diferencia de los movimientos ecologistas de 1960 y 1970 en Europa y Estados Unidos, se conciben como parte de un movimiento de justicia ambiental o de ecologismo popular –término desarrollado por Joan Martínez Allier y Ramachandra Guha–, que nace de conflictos suscitados por transformaciones ambientales que ponen en riesgo formas de relación con la naturaleza para la sobrevivencia humana. De aquí la recuperación de lo socioambiental y la relación humanidad/naturaleza como eje constitutivo y particular de la subjetividad de estas luchas.

Ejemplos de uso de energía y agua en el territorio pueden ser cuestiones importantes para el trabajo docente en la enseñanza de las ciencias, involucrando una perspectiva de conflictos socioambientales y vulnerabilidades. En este sentido, optamos por caracterizar algunos aspectos de estas cuestiones ambientales en Latinoamérica con énfasis en casos de Brasil en los párrafos que se siguen.

2.5 El petróleo y la obtención de energía

De los recursos energéticos, el petróleo es la principal fuente de energía utilizada por la sociedad moderna, aunque es un recurso natural no renovable y su explotación genera impactos socioambientales. Podemos identificar algunos de los impactos de la explotación del petróleo como el aumento de la tasa inmigración y alteración de los patrones de uso y ocupación del suelo; la degradación ambiental marina y costera; el potencial de accidentes con derramamiento de petróleo; la restricción y exclusión de áreas marítimas utilizadas por otras actividades económicas, principalmente la navegación y la pesca artesanal; el cambio de comportamiento de las especies marinas por la presencia de estructuras físicas, por ejemplo, de plataformas y ductos; la mala utilización de royalties; y la pérdida de la cultura de la pesca artesanal como las guerras.

Para Oliveira, Dos Santos, & Filho (2014) la discusión de los impactos del petróleo tiene raíz en el modelo de desarrollo hegemónico capitalista, en el cual naciones centrales subyugan y recalifican territorios, cambiando las condiciones de vida de las poblaciones de dichos territorios para obtener lucros. Los autores sostienen que:

Dicho marco de acción global fomenta la competencia interna, por el control de la fuente de energía (petróleo en especial) por grupos cuyos intereses son nacionalistas o no, en el sentido de mantener los recursos como parte de estrategias de negociación política, económica y militar (Oliveira, Santos, & Filho, 2014, p 27).

Por ende, al entender asimetrías en el proceso de uso del territorio, Bravo (2005) realiza una revisión de procesos de resistencia de pueblos a las actividades petroleras en Latinoamérica, presentando conflictos emblemáticos como los de Tabasco en México, los del pueblo U'wa de Colombia, los del pueblo Warao de Venezuela, los de los pueblos Shuar y Achuar de la Amazonia Ecuatoriana, y otros. Para ella, el registro documental sobre dichas luchas de resistencia se inicia a mediados de la década de 1980, pero cree que, tal como luchas ambientales, ellas acompañan la historia de desarrollo de las empresas petroleras (Bravo, 2005).

En nuestra experiencia en Brasil, los conflictos del petróleo no son comúnmente publicados y socializados, sino que por el contrario, se generan expectativas sobre cómo el petróleo contribuye al desarrollo de una región y, por tanto, genera mayor oportunidad de empleo, creando expectativas en las poblaciones, y un sometimiento a la lógica de la empresa y a la búsqueda de empleo. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones, la

población local no cumple con los requisitos para alcanzarlos, quitándoseles oportunidades de empleo, generando pérdida culturales y conflictos. Así que, la explotación del petróleo está en la zona costera, los conflictos más expresivos son entre pescadores, marisqueros, o sea gente que vive de la explotación de recursos marinos en general y la industria del petróleo.

Como ejemplo de estudios anteriores (Bozelli, Lopes, & Santos, 2009), planteamos que la zona que produce el 80% del petróleo del país está en “Bacia de Campos” (región sureste del país) y la producción es *off shore* (en el espacio marino), cerca de 140 km de Macaé (ciudad epicentro de la producción del petróleo). Lo que se ve desde el territorio son las instalaciones físicas de administración, ductos de gases, sitios de mantenimiento de las plataformas marítimas y aeropuertos. En este territorio de Bacia de Campos, durante los años de 2005 a 2012, hemos trabajado en la mitigación de impactos del petróleo a través de proyectos de la gestión de la pesca, de los royalties, gestión de ecosistemas y del espacio urbano en las ciudades impactadas (Bozelli, Santos & Lopes, 2010). Sin embargo, hemos observado que muchos de los impactos del petróleo en la zona son difusos, lo que dificulta que las comunidades (principalmente las urbanas) hagan relaciones directas entre sus condiciones de vida y los impactos generados por la industria del petróleo (Bozelli, Lopes, & Santos, 2009).

De acuerdo con lo anterior, podemos observar que los avances científicos y tecnológicos, basados en la actual lógica del neoliberalismo, amplían las posibilidades de explorar y mercantilizar la naturaleza, incluyendo los seres humanos, en función de relaciones de costo-beneficio y, por ende, de exploración, desigualdad y violencia (Harvey, 2014; Leff, 2006; Noguera, 2004). Reafirmando cada vez más la existencia de condiciones de degradación y de impacto negativo creciente para unos, mientras para otros hay una ganancia y un interés en la maximización de estas, ya que se privilegia los intereses individuales sobre los colectivos. Estas condiciones son producto de un modelo de desarrollo que cada vez es más excluyente, y que hace que las autoridades opten por la conveniencia particular. Por lo tanto, se crean espacios de omisión, de ignorar el irrespeto a las leyes tanto de los trabajadores, como las leyes ambientales, lo cual es un cuadro contradictorio de deterioración de las condiciones y de la calidad de vida (Latchinian, 2009).

Aunque hemos vivenciado un indudable avance científico y tecnológico, las relaciones entre los seres humanos, y de estos con el ambiente en las sociedades contemporáneas, pueden ser definidas a partir de una lógica de desigualdad social e injusticia socioambiental, como se ha discutido anteriormente. De acuerdo con este tipo de escenarios en los que estamos inmersos, es importante hacer un llamado a la educación en ciencias hacia la búsqueda de una justicia socioambiental, que debe incorporar escenarios de reflexión, análisis y proposiciones emancipadoras de las situaciones de vulnerabilidad socioambiental producto de avances científicos y tecnológicos legitimados en el modelo de desarrollo actual (Ventura & Freire, 2015).

Es importante resaltar que la ciencia y la tecnología, como producciones humanas, se desarrollan en el ámbito del actual sistema social capitalista. Por tanto, el desarrollo científico y tecnológico está intrínsecamente y dialécticamente relacionado con el desarrollo económico y social. Por consiguiente, la educación en ciencias no puede desconsiderar las diferentes dimensiones como son: la dimensión del ser (mental, corporal, espiritual) y la dimensión interpersonal (políticas, económicas, culturales y sociales), sin desconocer los puntos de encuentro con aquello diferente a lo humano, teniendo en cuenta las implicaciones sociales y ambientales relacionadas con los procesos de producción científica y desarrollo tecnológico. Autores como Ventura & Freire (2015), afirman que esos procesos están relacionados con la formación científica y tecnológica, la cual puede estar comprometida con la manutención del actual modelo de producción material y social de la vida, productor de injusticias socioambientales. En este sentido, las acciones de educación ambiental entre escuela y comunidad deberían intervenir en situaciones de desigualdad y dominación, sobre todo en una región que sufre los impactos del petróleo (Freire, Cosenza, & Martins, 2015).

2.6 Conflictos del uso del agua y participación social

Para Ioris (2009) los conflictos del agua son el resultado de desigualdades históricamente establecidas en cuanto al acceso a los recursos y a la distribución de impactos ambientales. Según Cordeiro, Morales, Silveira, & Clemente (2015, p.169), “varios países latinoamericanos han experimentado la privatización de los servicios de abastecimiento de agua, como Argentina y Chile”. Se sabe que son grandes empresas, generalmente extranjeras y transnacionales y sobre todo las relacionadas con la agroindustria y mineras las responsables por la utilización de enormes cantidades del agua, lo que refleja la desigualdad en el acceso al recurso (Cordeiro et al., 2015). En Brasil, la privatización de los servicios de abastecimiento de agua y recogida de desechos ha sido modesta, mucho por resultado de peticiones legales y resistencia organizada por entidades públicas y representaciones de consumidores (Ioris, 2009)

En Brasil, la Ley de Aguas n° 9.433 de 8 de enero 1997 advoca que el agua es considerada un bien de dominio público; posee valor económico; su administración debe proporcionar el uso múltiple del agua, la gestión del agua debe ser descentralizada, con la participación de las autoridades públicas, los usuarios y la comunidad, y que la cuenca hidrográfica es la unidad territorial para dicha gestión. Sin embargo, de acuerdo a los planteamientos de Ioris (2009), la ley, a pesar de cambios discursivos y simbólicos importantes, casi siempre reproduce la misma racionalidad estilista y tecnocrática que prioriza el valor de cambio y la gestión privada en una mirada neoliberal. Eso porque son inúmeros los desafíos de participación popular de grupos vulnerables - planteados por la ley a través de comités de cuencas hidrográficas. De hecho, contextos locales muestran escenarios de uso y sentidos de gobernanza del agua muy débiles y conflictivos. El trabajo de Martins (2015) considera que la énfasis en el componente técnico como referente de control de los procesos de toma de decisiones mantiene un espacio sociotécnico de negociación, marginalizando o mascarando divergencias y conflictos de intereses. Dado que, al dar importancia a ese

componente técnico, el lenguaje utilizado también será de carácter técnico, ya que hacen uso de un habitus lingüístico, adquirido en su proceso de formación. Dicho componente puede generar un problema de comunicación y, por ende, de participación de los grupos locales, ya que puede ser que no conozcan ni dominen estos códigos simbólicos, generando una relación de dominación simbólica.

Es lo que en los términos de Giddens (1991) es considerado el sistema de expertos; que podemos entender como aquellos sistemas que son constituidos por expertos (como por ejemplo, los médicos, los terapeutas, los abogados, los científicos y los técnicos). Estos poseen conocimientos técnicos tan especializados que somos cada vez más dependientes de ellos (Fairclough, 2008; Giddens, 1991).

Entonces, ¿cuál sería el rol de la enseñanza de las ciencias para el tratamiento de dichos temas? ¿Cómo la educación ambiental podría aportar cambios a este proceso? En este sentido, Martins (2015), al defender la participación efectiva de otros actores sociales, identifica como necesario un cambio en la narrativa gestora, para que los comités de cuencas hidrográficas puedan dejar el discurso de la gestión técnica y acercarse a una noción de “parlamento de las aguas”, respetando diversos saberes y usos múltiples.

Micelli, Alves, Merino, Bozelli, & Freire (2015) plantean un trabajo educativo que vincule explícitamente la dimensión política del problema sobre el uso del agua, para cumplir la función de desalienación ideológica de las condiciones sociales. Asimismo, la enseñanza de las ciencias debe ir más allá de un contenido referido a las ciencias biológicas (ecología del ciclo del agua) o a la química del agua y sus cuestiones sociales, como el consumo, producción, cadena productiva, etc. Por lo tanto, una acción educativa, bajo una mirada crítica, humanista y cultural, podría generar, además, de otros conocimientos, elementos para que los sujetos participen activamente en las discusiones acerca de los usos y la gestión del agua.

2.7 Diálogo entre la educación en ciencias y la educación ambiental para trabajar en contextos de vulnerabilidad socioambiental

De acuerdo con los planteamientos desarrollados anteriormente, podemos inferir que la crisis socioambiental afecta a las personas de forma diferente en función de las distintas condiciones sociales, políticas y económicas en las que estén situadas. Por consiguiente, nos interesó analizar las posibilidades de enfrentamiento político de las condiciones de vulnerabilidad ambiental provocadas por esa crisis. En este sentido, entendemos que la educación ambiental en su vertiente crítica puede contribuir a ese proceso; y más específicamente concordamos con autores como Guimarães & Vasconcellos (2006), Carvalho (2007), Sauvé (2010), Vasconcellos, Loureiro, & Queiroz (2010), y Wals, Brody, Dillon, & Stevenson (2014), quienes entienden como promisorias las aproximaciones entre la educación ambiental y la educación en ciencias, ya que actúan en la formación de personas, consiguiendo movilizar los conocimientos científicos de forma crítica en los momentos de toma de decisión individual y, principalmente, colectiva.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que de acuerdo con la concepción de ciencia, la relación entre educación en ciencias y educación ambiental puede ser incompatible en la búsqueda de una transformación social emancipadora, ya que podemos encontrar una concepción como la positivista que estimula la escisión entre ser humano y naturaleza. Esto sucede debido a que asume la naturaleza como un objeto de estudio, como una dispensa de recursos ilimitada con finalidad económica, y el ser humano como el sujeto que puede dominarla (Mejía C., 2014). Además hay una escisión entre cultura y naturaleza, lo que se traslada a las prácticas sociales, económicas y políticas, sin tener en cuenta las estructuras de pensamiento, los valores culturales, la construcción de saberes (Leff, 2006), resultado de una sobrevaloración del conocimiento científico como verdad absoluta, y desconociendo las demás formas de conocimiento. Por tanto, esta concepción tiene como función social la manutención de las relaciones jerárquicas de poder, a través de personas “idóneas”, es decir, personas con conocimiento científico, capaces de mantener el poder de la sociedad capitalista.

De ahí la importancia de construir una concepción de ciencia que reconozca el conocimiento científico como una actividad enmarcada en un grupo social, que depende de las ideologías, de las relaciones históricas y sociales. Por tanto, el conocimiento es dinámico y complejo, cargado de una responsabilidad ética, política, ideológica y social, lo que permite relaciones de reciprocidad entre ser humano y naturaleza, y entre cultura y naturaleza, ya que la significación de la naturaleza depende de la apropiación social (Mejía C., 2014). Es desde una concepción más abierta y cultural de las ciencias, que permite una relación más directa con los propósitos de la educación ambiental, más aún, asumiéndola como acción política para la transformación social.

En esta relación juegan una serie de componentes tales como: la sensibilidad, las actitudes, las visiones de mundo, la responsabilidad personal, motivaciones, intenciones, en la construcción de escenarios emancipadores, donde los seres humanos, desarrollen una revaloración por el bien colectivo, rescatando valores que se han perdido por el capitalismo, como la democracia, equidad, empatía, y justicia, no solamente a nivel intrageneracional sino también intergeneracional, es decir, con nuestra generación y las futuras. Creando así, una relación dialéctica entre el conocimiento científico, que nos permite comprender los fenómenos sicionaturales, con otros tipos de conocimientos. Esto hace posible que amplíemos nuestras perspectivas y reconocer diferentes formas de tomar acción de manera colectiva y cooperativa, construyendo capacidad transformativa para el empoderamiento de la lucha contra las injusticias y vulnerabilidades socioambientales.

Según Sauv  (2010), al aproximarnos a esos dos campos de conocimientos, generamos mayores posibilidades para que los procesos de enseñanza-aprendizaje de cuestiones tecnocientíficas que atraviesan nuestras vidas, están inmersas en las cuestiones sociales, políticas y económicas que envuelven esos conocimientos y así puedan actuar en la comprensión de las cuestiones macrosociales que generan los problemas socioambientales y también en la participación de toma de decisión. Según la autora, el

desafío es pensar en procesos educativos que, además de integrar los saberes, lo que posibilita a los estudiantes dar un significado real a las cuestiones estudiadas, sería despertar en ellos, el sentimiento de pertenecer y la intención de participar activamente en la sociedad.

En ese sentido, Vasconcellos et al. (2010) afirman que si queremos una educación que vaya en contramano del modelo de sociedad actual, es necesario priorizar actividades cooperativas, actividades que estimulen el diálogo y confronten las relaciones jerárquicas que inhiben a los estudiantes a participar activamente de su aprendizaje, llevándolos a pensar y actuar críticamente en pro del bien común y no apenas de una parcela de individuos de su vida en sociedad.

A modo de síntesis, siguen algunos ejemplos de redes de resistencia a conflictos ambientales y propuestas de descripción de conflictos que podrían ser trabajadas en el contexto escolar. En cada página web hay textos e informaciones que pueden ser trabajadas en el contexto escolar de la enseñanza de las ciencias y educación ambiental:

- Asamblea Nacional de Afectados Ambientales (México) <http://www.afectadosambientales.org/>
- Oilwatch (pueblos del Sur Global) <http://www.oilwatchesudamerica.org/quienes-somos.html>
- Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales (Latinoamérica) <http://www.olca.cl/oca/index.htm>
- Mapa de conflictos ambientales (Brasil) <http://www.conflitoambiental.icict.fiocruz.br/>
- Rede Brasileira de Justiça Ambiental <https://redejusticaambiental.wordpress.com/>

Los ejemplos nos hacen reflexionar sobre puntos comunes de luchas que hemos vivido y todavía vivimos en Latinoamérica, que corroboran el argumento inicial de una geopistemología del Sur y que pueden ser trabajadas desde perspectivas educativas en el aula. Cuestiones como el poder, la hegemonía o la ideología que muchas veces no están explícitas en la enseñanza de las ciencias podrían llegar a integrarse en el currículo bajo a estos enfoques. Asimismo, la educación ambiental juega un papel importante en la comprensión de los factores y contradicciones que sustentan las injusticias, conflictos y diferentes proyectos de sostenibilidad y aporta modos de enfrentarlos y cambiarlos. Para Jaber & Sato (2010), el trabajo con la educación ambiental, valorando diversos saberes y discutiendo el tema de las injusticias y conflictos ambientales locales, puede contribuir a la articulación de las luchas en defensa de los territorios, la participación y el reconocimiento de las comunidades en situación de vulnerabilidad ambiental.

2.8 Consideraciones finales

En este capítulo buscamos presentar la crisis socioambiental actual, así como los cuadros de injusticias socioambientales resultado de los modos de producción del sistema

capitalista, que para mantenerse como sistema vigente, tiene solamente en consideración los anhelos del capital y no las necesidades de las personas. Entendemos que, al explorar la fuerza del trabajo de las personas, el capitalismo termina por regular las formas en que estas se relacionan entre sí y con el ambiente. Así, la ciencia, vista como producción humana, no neutra, al desarrollarse dentro del sistema capitalista, acaba por ser constreñida por sus formas de acción, muchas veces cediendo a los anhelos del mercado. De forma semejante, la enseñanza de las ciencias, al privilegiar la esfera conceptual, contribuye a la formación de personas alienadas de las condiciones ambientales, sociales, políticas y económicas en que viven. Argumentamos, por tanto, que la educación ambiental en su vertiente crítica debe estar asociada a la enseñanza de las ciencias como una alternativa en la búsqueda de superar las dicotomías ser humano-naturaleza y sociedad-naturaleza, las que generan una concepción de naturaleza como producto a ser explorado y que sirve a los intereses del capital.

Por otro lado, problematizamos la jerarquización de saberes entre Norte y Sur, así como la negación de la diversidad. En este sentido, creemos en que es necesario profundizar en la discusión de una epistemología del Sur, para comprender los orígenes de nuestros problemas socioambientales, y, con eso, trabajar hacia una descolonización real de la América Latina. Por consiguiente, nos parece importante para el enfrentamiento de esas cuestiones que la educación en ciencias, en asociación con la educación ambiental, construya estrategias para respetar y dar voz a las características ambientales, culturales, sociales, políticas y económicas de las personas involucradas en los procesos educativos.

2.9 Agradecimientos

Agradecemos a Claudio Aguayo, PhD (Centre for Learning and Teaching, Auckland University of Technology), quien muy gentilmente hizo aportes previos y la revisión de idioma del artículo.

Referencias

- Achselrad, H., Mello, C., & Bezerra, G. (2013). O que é justiça ambiental. *Bol. Geogr*, 31(3), 161-163. <http://doi.org/10.4025/bolgeogr.v31i3.19231>
- Alves, L. & Freire, L. M. (2014). Proposta de sequência didática para a gestão das águas no ensino de biologia. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)*, 7, 4667-4678.
- Araújo, R. & Rosa, T. (2014). Socio-Environmental Vulnerability and Disaster Risk Reduction: The Role of Espírito Santo State (Brazil). *Ambiente & Sociedade*, XVII(4), 117-132.
- Bozelli, R. L., Santos, L. M. F., & Lopes, A. (2010). *Curso de Formação de Educadores Ambientais: a experiência do Projeto Pólen*. Macaé: NUPEM/UFRJ.
- Bozelli, R. L., Lopes, A., & Santos, L. M. F. (2009). *Conhecimentos de aspectos socioambientais e de iniciativas de educação ambiental existentes em municípios da Bacia de Campos-RJ*. Rio de Janeiro.

- Bravo, E. (2005). Impactos de la explotación petrolera en América Latina. *Biodiversidad*, 43(1), 1-9.
- Camargo, T. D. A. & Tonso, S. (2013). Educação ambiental crítica e epistemologia do sul : reflexões sobre o “vivirbien” (suma qamaña) (p. 1-16).
- Carvalho, L. (2007). O Discurso Ambientalista e a Educação Ambiental: relações com o ensino das Ciências da Natureza. In *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências* (p. 1-15). Florianópolis: ABRAPEC.
- Castro, B. & Bomfim, A. (2011). A “Teoria do fazer” em Educação Ambiental Crítica: uma reflexão construída em Contraposição à Educação Ambiental Conservadora. In *Atas do VIII ENPEC: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Chiote, E. & Freire, L. M. (2014). Apontamentos para Educação Ambiental Participativa: O papel da Escola no Enfrentamento das Questões Ambientais Locais em uma Comunidade Vulnerável. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 7, 64-84.
- Cordeiro, R. L. M., Morales, P. A., Silveira, S. M. B., & Clemente, S. (2015). Mulheres rurais e as lutas pela água na América Latina. *Temporalis*, [S.l.], 2(30), 495-514. Recuperado de <http://periodicos.ufes.br/temporalis/article/view/9505/8407>
- Dantas, A. (2014). Geografia e epistemologia do sul na obra de Milton Santos. *Mercator*, 13(3), 49-61.
- De Freitas, C., De Carvalho, M., Ximenes, E., Arraes, E., & Gomes, J. (2012). Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência – lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6), 1577-1586.
- Fairclough, N. (2008). El análisis crítico del discurso y la mercantilización del discurso público en las universidades. *Discurso & Sociedad*, 2(1), 170-185.
- Freire, L. M. (2013). Educação Científica e Educação Ambiental nos discursos sobre água no livro didático de ciências. In *VII Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental. Anais do VII EPEA* (p. T-0159). Rio Claro.
- Freire, L. M., Cosenza, A., & Martins, I. (2015). Colaboración entre Comunidad y Escuela como una Posibilidad de Enfrentar Injusticias Ambientales. In L. Ramos, C. García, & M. Espinet (Orgs.), *Educación Ambiental para el Cambio Climático: un nuevo Sentido del Lugar* (1º ed, p. 1-172). Guadalajara: Centro, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- Greenwood, D. A.(2013). *A Critical Theory of Place-Conscious Education. Handbook of environmental education*. New York, NY: Routledge.
- Giddens, A. (1991). *Modernity and self-Identity: Self and Society in th Late Modern Age*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- González-Gaudiano, E. & Lorenzetti, L. (2009). Investigación em educação ambiental na américa latina: mapeando tendências. *Educação em Revista*, 25(3), 191-211.
- González-Gaudiano, E. & Puente-Quintanilla, J. (2010). El perfil de la educación ambiental en América Latina y el Caribe : Un corte transversal en el marco del Decenio. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 5(1), 27-45.
- Guimarães, M. & Vasconcellos, M. das M. (2006). Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. *Educar*, 27, 147–162.
- Haluzá-Delay, R. (2013). Educating for Environmental Justice. In A. E. J. Stevenson, R. B. Brody, M. Dillon, J.; Wals (Org.), *International Handbook of Research on Environmental Education* (p. 394-403). New York, NY: Routledge.
- Hart, P. (2009). Em resposta a "isto não é bom o suficiente": reflexões sobre a pesquisa em educação ambiental no Canadá em contextos de expansão. *Educação em Revista*, 25(3), 159-190.
- Harvey, D. (2014). *Diecisiete contradicciones y el fin del capitalismo* (1º ed). Quito, Ecuador: IAEN.

- loris, A. (2009). Desenvolvimento nacional e gestão de recursos hídricos no Brasil. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 85, 23-41.
- Jaber, S. & Sato, M. (2010). Polissemia dos Conflitos Ambientais do Estado do Mato Grosso – Brasil. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 24, 443-459.
- Juliani, S., Freire, L. M., García, E., & Resende Filho, L. A. (2014). Inserção da Educação Ambiental na formação inicial docente: Levantamento de publicações. *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis, Extraordin*, 1555-1562.
- Latchinian, A. (2009). *Globotomía: Del ambientalismo mediático a la burocracia ambiental*. Venezuela: Puntocero.
- Layrargues, P. P. (2012). Para onde vai a Educação Ambiental? O Cenário Político- Ideológico da Educação Ambiental Brasileira e os Desafios de uma Agenda Política. *Revista Contemporânea de Educação*, 7(14).
- Layrargues, P. P. (2006). Além da Natureza: Educação Ambiental e Reprodução Social. In F. Loureiro, P. P. Layrargues, & R. Castro (Orgs.), *Pensamento Complexo, Dialética e Educação Ambiental*. São Paulo, Brasil: Cortez Editora.
- Layrargues, P. P. & Lima, G. F. (2011). Mapeando as macro-tendências político-pedagógicas da educação ambiental contemporânea no Brasil. In *VI Encontro “Pesquisa em Educação Ambiental”* (pp. 1-15).
- Leff, E. (2000). Espacio , lugar y tiempo : la reapropiación social de la naturaleza y la construcción local de la racionalidad ambiental. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 1, 57-69.
- Leff, E. (2002). *Epistemología Ambiental*. São Paulo, Brasil: Cortez Editora.
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental*. México: XXI, Siglo.
- Loureiro, C. & Cunha, C. (2008). Educação ambiental e gestão participativa de unidades de conservação : elementos para se pensar a sustentabilidade democrática. *Ambiente & Sociedade*, XI(2), 237-253.
- Martinez-Alier, J. (2007). *O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração*. São Paulo, Brasil: Contexto.
- Martins, R. C. (2015). Fronteiras entre Desigualdade e Diferença na Governança das Águas. *Ambiente & Sociedade*, XVIII(1), 221-238.
- Mayor, F. (2009). La problemática de la sostenibilidad en un mundo globalizado. *Revista de Educación, Extraordin*, 25.52.
- Mejía C, M. A. (2014). *Principios y escenarios desde el conocimiento cultural para el diseño de una propuesta de educación ambiental*. Universidad del Valle.
- Mejía C, M. A., García, E. G., Freire, L. M., & Castillo, M. L. (2014). La Educación Ambiental desde una Perspectiva Sociocultural del Conocimiento. *Tecnê, Episteme y Didaxis: TED, Extraordin*, 1660-1666.
- Micelli, B., Alves, L., Merino, C., Bozelli, R. ., & Freire, L. . (2015). Os usos das águas nos livros didáticos de ciências: representações discursivas da questão ambiental. In *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia. Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia: Águas de Lindóia*.
- Navarro, M. L. (2012). Las luchas socioambientales en México como una expresión del antagonismo entre lo común y el despojo múltiple. *OSAL (Buenos Aires: CLACSO)*, XIII(32).
- Noguera, P. (2004). *El reencantamiento del mundo*. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA, Org.). México.
- Norris, F., Stevens, S., Pfefferbaum, B., Wyche, K., & Pfefferbaum, R. (2007). Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness. *Am JCommunity Psychol*, 41, 127-150.
- Oliveira, L. E. De, Santos, E. A. dos, & Filho, M. V. (2014). Energia e Conflitos Socioambientais :

- consumo e sociedade. *Ambiente & Educação*, 19(1), 15-38.
- Quintas, J. (2000). Por uma Educação Ambiental Emancipatória: Considerações sobre a Formação do Educador para Atuar no Processo de Gestão Ambiental. In J. Quintas (Org.), *Pensando e Praticando a Educação Ambiental na Gestão do meio ambiente* (p. 11–19). IBAMA.
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/Science Literacy. In S.A.Abell & N.G. Lederman (Org.), *Handbook of research on Science Education* (p. 729–781.). New Jersey: Lawrence Earlbaum.
- Santos, W. L. P. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 109–131. Recuperado de http://alexandria.ppgect.ufsc.br/v1_n1_mar_2008.htm
- Sauvé, L. (2005). Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In M. Sato & I. Carvalho (Orgs.), *Educação ambiental*. Artmed.
- Sauvé, L. (2010). Educación Científica y Educación Ambiental: Un cruce Fecundo. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 005–018.
- Shava, S. (2013). The Representation of Indigenous Knowledges. *Handbook of environmental education*. New York, NY: Routledge.
- Souza-Santos, B. (2011). Epistemologías del Sur. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 16(54), 17-39.
- Svampa, M. (2012). “Consenso de los commodities, giro ecoterritorial y pensamiento crítico en América Latina”. *OSAL (Buenos Aires: CLACSO)*, XIII(32).
- Trein, E. S. (2012). A Educação Ambiental: Crítica de que? *Revista Contemporânea de Educação*, 7(14), 304–318.
- Vasconcellos, M. das M., Loureiro, C., & Queiroz, G. (2010). A Educação Ambiental e a Educação em Ciências: Uma Colaboração no Enfrentamento da Crise Socioambiental. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(1).
- Ventura, G. & Freire, L. M. (2015). A Educação em Ciências e as mudanças no mundo produtivo no cenário contemporâneo: contribuições para o enfrentamento da questão ambiental. In *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia: ABRAPEC*.
- Wals, A. & Dillon, J. (2013). Conventional and Emerging Learning Theories: Implications and Choices for Educational Researchers With a Planetary Consciousness. *Handbook of environmental education*. Nueva York, NY: Routledge.
- Wals, A., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. (2014). Convergence Between Science and Environmental Education. *Science Education*, 344, 583-584.

CAPÍTULO 3

La formación docente y la creación de materiales didácticos para la educación científica intercultural

Leonor Bonan

Instituto de Investigaciones CeFIEC-FCEN-UBA

República Argentina

lbonan@de.fcen.uba.ar

Contenidos

Resumen

3.1 Introducción

3.2 La educación científica intercultural en el contexto de nuestra investigación

3.3 Formar docentes en contextos de interculturalidad

3.4 La investigación-acción como dialéctica entre la teoría y la práctica educativa

3.5 Primeras acciones de abordaje del contexto escolar intercultural

3.6 Diseño y elaboración del dispositivo formativo

3.7 Implicancias para la práctica docente e investigativa

3.8 Conclusiones y reflexiones

3.9 Agradecimientos

Referencias

Anexos

La formación docente y la creación de materiales didácticos para la educación científica intercultural

Resumen

Esta presentación expone los resultados parciales de un proyecto de investigación-acción que busca promover la integración educativa intercultural a través de diferentes estrategias de intervención en el sistema educativo, específicamente, la creación de dispositivos formativos y materiales didácticos. Las acciones conjugan la extensión universitaria y la investigación para seleccionar los contextos en los que anclan las intervenciones didácticas que planifica el equipo de investigación. Los materiales didácticos se construyen colectivamente e incluyen la discusión de su transposición didáctica a diferentes niveles del sistema educativo y a diferentes destinatarios. Son bilingües e involucran perspectivas culturales diversas sobre un mismo fenómeno, entre ellas, la científica. Este capítulo expone algunas acciones realizadas en un instituto de formación docente aborígen con población mayoritariamente Qom, una de las principales etnias aborígenes de la Argentina. Se presenta el inicio del proyecto, la conformación del equipo de investigación y la planificación de un taller de formación docente, fundamentando las decisiones tomadas y mostrando la cocina de la elaboración de los materiales multiculturales y bilingües.

3.1 Introducción

Mi primer acercamiento a la problemática de la educación científica intercultural (ECI) surgió de una conversación informal con una colega del área de políticas lingüísticas, quien me informó de un cambio que se estaba realizando al interior del Ministerio de Educación de la Nación de Argentina. Las políticas lingüísticas neoliberales venían privilegiando la promoción de las lenguas extranjeras por sobre las lenguas aborígenes locales en los diferentes niveles del sistema educativo. Este cambio se relacionó directamente con acciones a materializar a través de un área del ministerio, la Modalidad de Educación Intercultural Bilingüe. También en esa ocasión conversamos sobre el conocimiento científico relativo a las ciencias naturales y sus lenguajes específicos, situación que me invitó a pensar en la significatividad de la enseñanza de estas ciencias en contextos educativos en los que los estudiantes fueran integrantes de etnias aborígenes. Me pregunté sobre sus ideas previas en relación con algún fenómeno que estuviera presente en su cosmovisión y si estas aparecían en los *handbooks* clásicos de DCN. La aparición de esta temática en mi horizonte despertó mi interés. Un encuentro posterior con esta colega me llevó a incursionar en bibliografía diversa y a vincularme con una lingüista especialista en didáctica de la lengua que trabaja con comunidades wichí (otra etnia principal de nuestro país), en especial, en la formación de profesores interculturales bilingües. Luego de algún tiempo de leer bibliografía de diferentes fuentes disciplinares decidí juntar esta temática con una demanda latente en nuestro instituto de investigación: los egresados de los profesorados de Física, Química y Biología, pasado algún tiempo de

alejamiento de nuestras aulas, demandan acciones formativas que no quedan cubiertas por los estudios de posgrado, específicamente demandan dispositivos formativos ligados al desarrollo profesional bajo alguna figura institucional.

Uniendo todas estas circunstancias convoqué a estudiantes y profesores de física con el objetivo de formar un grupo para investigar cuestiones de ECI. Pautamos reuniones semanales en las que, por un lado, discutiríamos bibliografía y, por otro, diseñaríamos intervenciones en aulas interculturales. El grupo adquirió identidad y se autodenominó Grupo de Investigación en Educación Científica Intercultural (Grupo IECI), que sigue activo en la actualidad. Sus integrantes tienen formación en didáctica de las ciencias naturales (DCN), y entrenamiento en planificar actividades a medida para contextos variados.

A través de uno de los integrantes del grupo se abrió la oportunidad de realizar un trabajo de campo en varias sedes de una escuela secundaria rural del Impenetrable Chaqueño – una zona habitada por comunidades Qom y Wichí especialmente—. También proyectamos conocer un instituto de formación de profesores interculturales bilingües durante el trabajo de campo. Antes de emprender la salida me contacté con una antropóloga que me vinculó con un líder Qom, a quien pude entrevistar junto a tres de sus hijos durante el primer trabajo de campo. Todos ellos son maestros en actividad o en formación.

Desde las primeras reuniones del grupo seleccioné enfoques bibliográficos de diversas fuentes, inicialmente de EIB, de antropología y de lingüística. Muchos de los textos elegidos anclaron en la cultura Qom, sabiendo que el primer trabajo de campo se realizaría en estas escuelas rurales en las que había una gran proporción de estudiantes de esta etnia. Asimismo, en las reuniones semanales comenzamos a hipotetizar posibles actividades a realizar en las aulas –¡muy ajenas a nuestra propia realidad!–, pensándolas lo suficientemente abiertas como para poder incorporar posibles respuestas de los contextos educativos a abordar. Seleccionamos una temática científica sobre la que anclar las actividades de la primera intervención y buscamos asesoramientos diversos. Esta forma de intervención que diseñamos tuvo como objetivo que las actividades no fueran cerradas; por el contrario, que condujeran a expresar representaciones diversas, que utilizaran recursos que acortaran las brechas comunicativas a través de otros posibles lenguajes de expresión. Usamos, cuando las condiciones materiales lo permitieron, computadoras y materiales concretos para vincular conocimientos científicos y vernáculos (fibras, papeles, pegamento, imágenes de orígenes culturales diversos, incluso de animales y plantas del monte chaqueño y del cielo, entre otras imágenes; también lupas y telescopios caseros).

Durante el primer trabajo de campo pudimos replicar la propuesta en varias aulas de dicha escuela secundaria y así lograr un acercamiento a ese entorno educativo tan extraño para el grupo. Conjugamos la bibliografía y nuestras hipotéticas actividades de relevamiento. También abordamos la Sede Castelli del Instituto de Investigación y Formación Docente Aborígen (Cifma), proponiendo a sus autoridades, profesores y estudiantes posibles acciones de formación conjunta en ECI. Esta propuesta tuvo muy

buena aceptación y acordamos la realización de un taller de dos jornadas de cuatro horas, con estudiantes de 3º y 4º año del Profesorado Intercultural Bilingüe. A través de las reflexiones sobre todas estas acciones diseñamos el primer taller de formación docente para estudiantes del Cifma. El taller incorporó los resultados del primer trabajo de campo, el conocimiento necesario para su interpretación (especialmente la antropología, las etnociencias y la lingüística), y la búsqueda de textos bilingües de autores Qom o producciones etnocientíficas bilingües que versaran sobre aspectos diversos de la cosmovisión Qom, aquellos que fueran a formar parte de los contenidos a desarrollar a través de nuestras intervenciones.

Intentaré ofrecer una descripción de los criterios de elaboración del taller a la luz del problema de investigación que lo concibió y del marco teórico que impregna nuestras decisiones, de las cuales el taller es solo una actividad-hipótesis en acción.

3.2 La educación científica intercultural en el contexto de nuestra investigación

La educación de los pueblos originarios no fue prioritaria para el Estado argentino sino hasta el año 2006, cuando se sancionó la Ley Nº 26.206 que creó la modalidad EIB. Entonces se garantizó el derecho constitucional de los pueblos indígenas a una educación que contribuya a preservar y fortalecer sus pautas culturales, su lengua, su cosmovisión e identidad étnica, a desempeñarse en un mundo multicultural y a mejorar su calidad de vida. Vale la pena aclarar que estos derechos de los pueblos indígenas no descansan en la concreción de las políticas educativas, pues su discriminación asume diversas formas, entre ellas la educativa es imponente, pero la forma estructural histórica de discriminación sigue siendo la usurpación de sus territorios con fines extractivos, avalados por las leyes del mercado y los estados nacionales (Seoane & Taddei, 2010). La educación puede brindar herramientas fructíferas a las comunidades para reclamar sus derechos, pero no resuelve las desigualdades sociales a las que han sido sistemáticamente sometidas desde hace más de 500 años. En este sentido, sus derechos humanos resultan ser una temática de tensión latente en las aulas en las que interviene esta investigación. De hecho, nos fue demandada una actividad que visibilizara el relato que no está escrito en los libros de historia argentina sobre las acciones sistemáticas de exterminio a las que fueron sometidas las diferentes etnias de nuestro país, en este caso, la etnia Qom. Esta demanda, entendimos, es de un orden superior a la enseñanza de las ciencias naturales, pues se trata de derechos humanos y crímenes de lesa humanidad; la estamos abordando actualmente.

La EIB desde la perspectiva de la DCN es una línea de investigación con escaso desarrollo, especialmente en Argentina. Es de nuestro interés investigar cómo establecer puentes entre la cultura aborígen y la científica, contribuyendo con el diálogo multicultural destinado a las aulas. Las distancias y tensiones para afrontar las falencias que plantea una educación científica intercultural de calidad son múltiples y variadas por lo que se requiere de abordajes abiertos que las encarnen a través de la reunión de conocimientos producidos desde diferentes paraguas disciplinares y así caracterizar enfoques relevantes

para afrontarlas. Con esta actitud hemos encarado una serie de acciones que iremos presentando oportunamente a través del capítulo.

Nuestro trabajo de investigación ancló en una zona conocida como el Gran Chaco, particularmente en algunas localidades de las provincias de Chaco y Formosa de la República Argentina. Esta zona tiene la mayor diversidad lingüístico-cultural del país. Su mayor parte es Qom, Moqoit y Wichí, aunque también Guaraní y hablantes de numerosas lenguas europeas y latinoamericanas. El Cifma es la primera institución terciaria de formación docente aborígen que brinda el título de profesor intercultural bilingüe y habilita a sus egresados a desempeñarse en escuelas de la modalidad EIB. En un estudio sobre la situación laboral de sus egresados (Fernández, Gandulfo, & Unamuno, 2012) se señalan las dificultades que atraviesan en su inserción en el sistema educativo. Entre ellas, la falta de materiales didácticos para implementar proyectos escolares bilingües que incluyan saberes indígenas. La mayoría de los materiales disponibles están en español y son casi inexistentes los materiales de y en las lenguas vernáculas que recuperen su cultura. Además, los escasos materiales existentes se circunscriben a los niveles iniciales y a la enseñanza de la lengua indígena.

En este contexto, investigamos cómo desarrollar propuestas de enseñanza que vinculen las ciencias naturales con las culturas aborígenes para diferentes niveles del sistema educativo, especialmente, el superior relativo a la formación de profesores interculturales bilingües. Se aspira a crear espacios deliberativos a través de los cuales identificar puentes conceptuales sobre una misma temática desde distintas perspectivas culturales y elaborar textos que las expresen. Desarrollamos dispositivos formativos múltiples en los que la interacción de los actores escolares de diversos orígenes culturales promueve la construcción de textos multiculturales y multilingües sobre temáticas significativas para las culturas involucradas. Este trabajo presenta las acciones realizadas persiguiendo la materialización de estos objetivos y principios en una etapa temprana del abordaje, la planificación y realización de un taller de formación docente para estudiantes del Cifma de 3º y 4º año. Describimos someramente la intervención que dio pie al diseño del taller, intentando detallar el fundamento de las decisiones asumidas desde la dirección del proyecto. Cuando identificamos qué hacer, indagamos cómo hacerlo, entendiendo junto con Ziradich (2010) que nuestras acciones deben ser abiertas, flexibles y basadas en el diálogo entre culturas; cada cual desde su cultura, pero estableciendo diálogos con otras, sin admitir asimetrías de ningún tipo. Nuestras intervenciones implican la elaboración de materiales didácticos que utilizamos en las aulas de diferentes niveles adaptándolos y revisándolos permanentemente con el fin de emplearlos como modo de captación dinámica de información acerca de las (micro)demandas de los contextos en los que se ponen a prueba. La investigación-acción resulta una metodología potente para nuestros fines.

En el ámbito específico de la universidad, actualmente se promueve con fuerza la extensión como modo de transferir los resultados de investigación hacia contextos específicos que alberguen una demanda afín a esta. Pero también aportando a la

universidad la resignificación de las investigaciones, torneando nuevos objetos de estudio que vinculen la universidad con la comunidad, logrando, a su vez, relaciones directas con la docencia, insertando a los estudiantes en los contextos en los que se realiza la investigación y se materializa la acción de intervención (Brusilovsky, 2007). Desde este marco, nos preguntamos qué acciones de enseñanza promueven la transformación de las prácticas áulicas y cómo generar espacios de formación que fluidifiquen tanto la resignificación entre la teoría y la práctica de la enseñanza como la dialéctica que se plantea entre la formación inicial y el desarrollo profesional en el contexto de las aulas reales. Esta investigación puede resultar un aporte concreto a la mejora de la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales a poblaciones aborígenes y a la formación inicial y permanente de los estudiantes de los profesorado de la FCEN-UBA.

3.3 Formar docentes en contextos de interculturalidad

La formación docente tiene sus propias lógicas más allá de las cuestiones propias de la interculturalidad. Perrenoud (2007) alude a la formación de formadores como dispositivo de intervención en el sistema educativo que necesita transformar las prácticas, construyendo puentes entre lo que los profesores hacen y lo que se les propone. Los docentes no siguen un conjunto de reglas, sino que se involucran en la acción educativa tomando decisiones importantes y emitiendo juicios sobre su práctica profesional. La intervención en la acción implica involucrar a los docentes en la resolución holística de los problemas, convocando su interés, caracterizando los problemas de su entorno educativo, y poniendo a su disposición las herramientas necesarias para realizar mejoras. Hewson (2007) afirma que si los docentes no están involucrados, las reformas educativas no se producen. Nuestra investigación pretende generar intervenciones que desnaturalicen las situaciones socialmente instaladas al interior de las aulas (Davini, 2015) y que se pueda mostrar la potencia de la diversidad de representaciones culturales sobre un mismo objeto. La reflexión sobre tales intervenciones permitirá aportar conocimiento a la construcción de políticas de formación docente en EIB sustentadas en la investigación y, de manera general, al diseño, ejecución y evaluación de políticas lingüísticas orientadas a facilitar a la población el ejercicio de la ciudadanía en una comunidad, integrada y, a la vez, abierta al mundo (Varela, 2012).

La formación docente es fecunda cuando se liga a procesos de reflexión crítica sobre la práctica y cuando ocurre en condiciones de materialización que dotan a los docentes de herramientas útiles para resolver los múltiples problemas que las aulas plantean (Edelstein, 2011). Los procesos de reflexión crítica permiten generar instancias de trabajo colectivo dentro de los contextos de actuación de los docentes formados, propiciando el intercambio y la colaboración entre pares, partiendo de la base de que los docentes son profesionales con la capacidad de regular su propia formación (Iribarren, Josiowicz, & Bonan, 2012). La práctica reflexiva, en cuanto práctica social, solo se puede realizar en el marco de colectivos organizados, lo que plantea el desafío de transformar las escuelas en comunidades de aprendizaje en las que los profesores se apoyen y se estimulen mutuamente, generando un compromiso con valor estratégico (Edelstein, 2011).

Para la generación de dispositivos formativos es necesario generar actividades que subsuman esta caracterización de la formación docente y, con ello, la selección de materiales para su implementación. Ambas acciones se amparan en los marcos propios de la DCN aunque por el poco desarrollo de la interculturalidad es necesario consultar disciplinas que ofrezcan marcos teóricos amigables para caracterizar algunos aspectos del problema didáctico que se investiga (Bonan, 2005). Entre las líneas propias de la DCN (Sanmartí, 2002) que pueden aportar marcos teóricos a nuestro objeto de estudio, puede identificarse aquella que refiere a las representaciones que tiene un aprendiz frente a la enseñanza de un conocimiento científico. Según su denominación, esta línea se conoció como “ideas previas”, “misconceptions” o “nociónes alternativas”, entre otras (Abell & Lederman, 2007). Su visibilización condujo a caracterizarlas y clasificarlas y, más allá de que se investigaron las ideas de estudiantes de aulas diversas en países disímiles, se consideró que el aprendiz era un universal. Sin embargo, estas representaciones están relacionadas con la visión del mundo que posee el aprendiz, es decir, el conjunto cultural de valores, ideas y creencias, incluyendo aquellas relacionadas con la historia, la ciencia, la religión, y el arte que subyace en los sujetos. El Diseño Curricular de Primaria de la Provincia de Chaco nos alerta sobre la doble racionalidad para la elaboración de propuestas de enseñanza: la vernácula y la científica. Expresa que el aspecto cultural, la identidad y la cosmovisión de los pueblos originarios son determinantes de las actuaciones de sus miembros. La concepción del mundo, la categorización de saberes, la organización del espacio y el tiempo, entre otros aspectos, interpelan las categorías científicas que subyacen a la división de áreas disciplinares ajenas a la cosmovisión aborigen (Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Chaco, 2012). Esta situación pone en evidencia que es necesario crear programas específicos para difundir el conocimiento, la cultura, la cosmovisión y la historia aborigen, articulando la investigación, el diseño de un currículum intercultural que ponga en igualdad de condiciones ambas culturas, y capacitar y formar a los docentes (Francia & Tola, 2011).

Desde una perspectiva epistemológica, la ciencia tradicionalmente se posiciona como criterio único de postulación de la verdad y de la creación de conocimiento, lo que se traduce en una gran dificultad para establecer un diálogo simétrico entre lo que proponen las teorías científicas y lo que postulan las cosmologías y las prácticas indígenas. Esta asimetría es la que subyace a la EIB de manera contundente más allá del esfuerzo por crear alternativas educativas para los indígenas, pues la matriz epistemológica que las estructura es aquella de tradición científico-académica en la que prevalece la jerarquía del saber occidental (Mendes dos Santos & Machado Dias, 2009). Es necesario realizar un esfuerzo para colocar en el mismo plano el saber científico con el saber vernáculo, pensar su producción intelectual, interrogarnos acerca de cómo nuestros conceptos y prácticas son captados y traducidos por las teorías y los teóricos indígenas. Desde estos horizontes nos preguntamos qué nos dicen las cosmovisiones indígenas sobre temas semejantes a los tratados por la ciencia, como el origen del universo o de las especies, o el comportamiento de especies vegetales o animales, entre otros posibles.

Es necesario avanzar en develar posibles relaciones semánticas entre ambos sistemas de conocimiento a través del trabajo mancomunado de grupos integrados por estudiantes y profesores aborígenes y no aborígenes, con el objetivo de producir textos significativos para diferentes culturas. Este objetivo lleva implícito el desafío de poner a disposición de las comunidades aborígenes maneras de acceder al conocimiento científico, de manera significativa, pero priorizando poner en valor sus propios conocimientos, generando y publicando propuestas de desarrollo curricular. Sus resultados no solo aportarán a generar materiales didácticos multiculturales y multilingües, sino también al cómo construirlos. El conocimiento derivado de la investigación abonará a la reflexión teórica que busca ensayar posibles significados de enseñar ciencias naturales en contextos multiculturales. Estas acciones no son solo demandadas en el contexto local, sino también en el regional (Nucinkis, 2006; Varela, 2011). También es necesario señalar que el orden discursivo normativo ha naturalizado la concepción de multiculturalidad a nociones que quedan en lo institucionalmente instituido sin modificar los escenarios de la realidad (De la vega, 2014). Esta situación discursiva permea fuertemente el sentido común de los docentes, siendo un gran obstáculo para su formación en cuestiones de EIB, en general, y de ECI, en particular.

Decidimos formar grupos de trabajo con actores diversos como dispositivo formativo horizontal, y así indagar cómo poder transferir estas experiencias a programas de formación docente y de desarrollo profesional. Asimismo, nos propusimos generar conocimiento curricular poniendo en cuestión el lugar hegemónico del conocimiento occidental y los métodos de enseñanza que provienen de una cultura ajena a la indígena y que, incluso, sirvió de mecanismo homogeneizante (Valladares Riveroll, 2010). Una dificultad que acentúa esta situación es la visión que muchos docentes no aborígenes tienen sobre sus colegas aborígenes que se encuentran trabajando en las escuelas, sosteniendo que no tienen la formación académica ni pedagógica para desenvolverse en el ámbito escolar. En las escuelas circula la reproducción de estereotipos culturales y étnicos que postulan a los pueblos indígenas como inferiores, de menor capacidad educativa, sin motivación de progreso. A nivel legislativo los cambios han sido más abarcadores que en las prácticas sociales (Hirsh, 2010). La formación docente es clave para la materialización concreta de la EIB en las aulas.

3.4 La investigación-acción como dialéctica entre la teoría y la práctica educativa

La investigación-acción es una metodología cualitativa que aborda de manera introspectiva y participante contextos diversos en los que anclar la investigación, planeando y realizando acciones que conduzcan a recolectar información (Latorre, Arnal & Del Rincón, 1996). Se obtienen registros empíricos a través de observaciones, entrevistas, documentos, grabaciones de audio y video, entre otras fuentes. Se elaboran categorías de análisis que permiten echar luz sobre las preguntas planteadas por la investigación. Esta metodología permite incursionar en los contextos educativos, caracterizarlos, hipotetizar intervenciones fundamentadas en observaciones participantes y en selecciones

bibliográficas que dan pistas para comprender diversos aspectos de lo que en esos ámbitos educativos ocurre con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza.

Definimos ciclos que se materializan a través de la realización de trabajos de campo para los que se planifican las acciones, se implementan y se evalúan con el fin de optimizar la calidad del ciclo siguiente. Se trabaja con una modalidad basada en la interacción dialógica al interior de una comunidad de práctica, que se sustenta en prácticas orientadas de reflexión (autorreflexión y reflexión corregulada o dialógica) y metacognición que busca promover un saber hacer más fundamentado, situado, crítico y reflexivo, aplicado a acciones de revisión y renovación de la enseñanza (Copello Levy & Sanmartí, 2001; Wenger, 2001). El modelo de interacción permite el diseño de programas de formación para la mejora de la docencia que respondan a los problemas, expectativas y necesidades que tengan planteados las instituciones, en general, y sus miembros, en particular.

Los ciclos se desarrollan a través de las siguientes actividades:

- Revisión bibliográfica y diseño de las estrategias de intervención.
- Generación de instrumentos de indagación y registro (encuestas, protocolos de relevamiento de información).
- Diagnóstico de la situación escolar, relevamiento del diseño curricular y elaboración de intervenciones didácticas.
- Implementación y recolección de datos.
- Análisis de la implementación, de sus alcances y limitaciones.

Sobre el final de cada ciclo se reflexiona sobre las acciones de formación desplegadas y se rediseñan nuevas estrategias para abordar el ciclo siguiente.

A medida que se avanza en el abordaje del contexto educativo se diseñan y elaboran materiales didácticos y se mejoran las estrategias propuestas.

3.5 Primeras acciones de abordaje del contexto escolar intercultural

Para el abordaje de la investigación planeamos nuestro primer trabajo de campo. Creamos actividades exploratorias posibles de implementar en una escuela secundaria del Impenetrable Chaqueño. Buscamos asesoramiento, bibliografía antropológica y etnoscience a partir de la elección de una temática para diseñar nuestras acciones formativas y generar materiales. Elegimos las Pléyades, una constelación significativa para los Qom. Generamos una actividad a partir de haber seleccionado tres minutos de un video en el que se muestran representaciones de diferentes culturas sobre este grupo de estrellas. Posteriormente, utilizamos imágenes seleccionadas previamente para proponer la realización de un collage que expresara lo que los estudiantes ven en el cielo. Luego realizamos una actividad con un software que simula el cielo, conocido como *Stellarium*, para buscar el cielo local. Una vez situado en la pantalla, se propuso intentar ubicar las Pléyades y observar cómo se mueven durante una noche completa. Este software

permite, por ejemplo, cambiar la velocidad del transcurso del tiempo pudiendo ver en diez segundos cómo este grupo de estrellas se mueve durante toda una noche.

Los resultados de estas actividades nos mostraron que muchos estudiantes estaban habituados a esta constelación, la que estaba dotada de significados que los autores del taller desconocíamos, y que habían quedado expresados en sus producciones. Esto nos condujo a buscar información sobre el significado de este grupo de estrellas para los Qom. Cuando abordamos el Cifma, hubo profesores que nos brindaron producciones de sus estudiantes, entre ellas, la profesora de arte aportó dibujos de seres diversos de gran significatividad en su cosmovisión que fueron elaborados por los estudiantes. El análisis minucioso de toda esta información se está llevando a cabo a través de una tesis de maestría (Chadwick, 2015). La información asociada con esta primera intervención áulica fue registrada a través de las mismas producciones de los estudiantes, registros fílmicos y fotográficos. Se realizaron también entrevistas a directivos y docentes de las instituciones visitadas. Fue notable cómo se iban confirmando muchos aspectos señalados en la bibliografía y cómo nuestras actividades exploratorias nos daban letra para seguir avanzando.

3.6 Diseño y elaboración del dispositivo formativo

El Grupo IECI se propuso crear un taller dirigido a la formación inicial de docentes del Cifma a partir de los resultados de las actividades realizadas durante el primer trabajo de campo y de la información de fuentes disciplinares consultadas adrede. Dado que se trata de un taller inventado por un grupo de docentes desconocidos no aborígenes, nos tomamos un tiempo importante para esta tarea. Las actividades reunieron conocimientos antropológicos, etnocientíficos y de la cosmovisión Qom, algunos escritos por miembros de su comunidad. Su implementación sería una manera de evaluar su significatividad. En acuerdo con posturas de consenso actual sobre la DCN intentamos que las actividades promovieran diversas habilidades de pensamiento a través de contenidos relacionados con la cosmovisión Qom. Y como sabemos de las íntimas relaciones entre el pensamiento y el lenguaje, buscamos utilizar textos escritos en Qom y castellano sobre temáticas relacionadas con las Pléyades. Las actividades propuestas para el taller funcionarían como hipótesis de trabajo abiertas a posibles desenlaces y susceptibles de ser modificadas en función de la recepción que tuvieran con los estudiantes. Acordamos utilizar recursos didácticos que acortaran distancias lingüísticas, promoviendo la circulación del idioma Qom a través de las actividades; el objetivo era promover el uso de lenguas vernáculas. Asimismo, acordamos que pondríamos especial atención en relevar las demandas que surgieran de la situación áulica en la que se implementaría el taller.

El taller se estructuró en tres secciones. La primera de ellas destinada a la presentación de todos los participantes y a realizar una actividad sobre la cosmovisión Qom. En la segunda parte, trabajamos sobre el calendario Qom y su relación con el movimiento de las estrellas. La tercera y última de las partes fue de contenido didáctico. Se pidió a los estudiantes que realizaran una actividad metacognitiva sobre nuestros objetivos en la

planificación del taller. Como tarea para el siguiente encuentro les pedimos que pensarán cómo podrían llevar algunas de estas actividades a distintos niveles de las escuelas primarias.

La elección de la temática de las Pléyades disparó un proceso de indagación bibliográfica al interior del Grupo IECl. En primer lugar, siendo integrantes de una facultad de ciencias acudimos a la astronomía para caracterizar esta constelación de estrellas y su movimiento en el cielo desde la perspectiva científica (Nault, 1989). También acudimos a un artículo de etnoastronomía (López, 2009) sobre las Pléyades, el que describe sus vínculos científicos con la cosmovisión de los mocovíes que, si bien son una etnia diferente a los Qom, tienen un origen lingüístico común y, por tanto, alguna relación entre sus cosmovisiones. Este artículo nos conectó con otro aspecto de las Pléyades: su relación con las estaciones del año lo que, a su vez, nos condujo a consultar un libro bilingüe escrito por un etnobiólogo (Arenas, 2003), en el que describe cómo son sus períodos desde la perspectiva Qom. El grupo interpretó que la información y la manera en la que estaban escritos estos textos en idioma Qom no gozarían de consenso generalizado entre los estudiantes. En este sentido, los textos seleccionados fueron pensados como base para su corrección por parte de los destinatarios, dejando abiertas cuestiones técnicas y lingüísticas de su cosmovisión que nosotros, aunque autores del taller, no podíamos saldar. Es más, dada la heterogeneidad de situaciones lingüísticas de los estudiantes, consideramos esencial presentar los materiales bilingües como provisionarios, proponer realizar una actividad grupal de discusión de estos aspectos y reflexionar sobre la provisionalidad de los escritos, su apertura a la corrección o a la asunción de consensos. Para el abordaje de la cosmovisión Qom del mundo, tomamos un esquema de una revista (Terán, 2004), que también funcionó como una base para representar la cosmovisión Qom. Utilizamos imágenes del desplazamiento de las Pléyades en el cielo nocturno del Chaco. Las actividades fueron diseñadas a través de recursos didácticos que no se sustentaran solo en las palabras (software de simulación del cielo nocturno, audiovisual sobre representaciones culturales las Pléyades, collage con imágenes relativas a la cultura Qom, entre otros), facilitando la comunicación. Utilizamos bibliografía de Orlando Sánchez, (Sánchez, 2009^a, 2009^b) como fuente para conocer algunos relatos, entre ellos, uno asociado con el movimiento de las Pléyades en el cielo. Este autor Qom es muy reconocido por su comunidad. Escribe los textos en Qom y español, y resulta una excelente fuente de conocimientos bilingües para incluir en nuestras actividades.

Presentamos una planificación esquematizada del Taller de Formación Docente realizado en el CIFMA durante dos jornadas consecutivas de cuatro horas de duración, con estudiantes de 3º y 4º año. El Anexo presenta la versión completa de la planificación.

Primera parte

Nº	Actividad	Objetivo	Contenido
1	Presentación de los participantes	Conocernos Establecer principios y acuerdos del trabajo a realizar	Acuerdos generales multiculturales
2	Historias entre mundos	Dar a conocer la cultura	Cosmovisión Qom Medios de expresión
3	Puesta en común	Compartir visiones de mundo	Cosmovisión Qom
4	Alcance y limitaciones del esquema que representa la cosmovisión	Analizar producciones sobre la cultura	Cosmovisión Qom Medios de expresión
5	Puesta en común	Alcanzar acuerdos y expresar disensos	Cosmovisión Qom

Segunda parte

Nº	Actividad	Objetivo	Contenido
1	El ciclo anual	Dar a conocer la cultura Relacionar hechos y fenómenos del mundo	Las estaciones del año
2	Puesta en común	Dar a conocer la cultura Alcanzar acuerdos y expresar disensos	Cosmovisión Qom Medios de expresión
3	El camino que recorre Dapichi	Conocer un relato de la cultura sobre las Pléyades	Cosmovisión Qom
4	Puesta en común	Analizar producciones sobre la cultura	Cosmovisión Qom

Tercera parte

Nº	Actividad	Objetivo	Contenido
1	Análisis de objetivos	Explicitar objetivos del taller	Análisis didáctico
2	Puesta en común	Alcanzar acuerdos y expresar disensos sobre los objetivos Promover la metacognición	Objetivos generales y específicos Análisis metacognitivo Planificación
3	Tarea	Dar continuidad a las acciones	Transposición didáctica

El taller se implementó durante dos jornadas de cuatro horas cada una. Hubo aproximadamente veinte estudiantes que asistieron a ambas jornadas, registrándose casos de estudiantes que asistieron a una y no a otra. El taller era de presencia optativa.

3.7 Implicancias para la práctica docente e investigativa

La implementación del taller resultó muy exitosa, cumpliendo las expectativas de los implicados. Hubo algunos momentos de tensión propios de la distancia cultural existente entre los integrantes del grupo IECI y los integrantes del Cifma. Los mismos fueron superados en pos del bien común y del deseo de dar continuidad a las acciones.

Resultó extraño a los estudiantes del Cifma que trajéramos actividades sobre la cultura Qom en ambos idiomas. Esta situación desencadenó reacciones diversas, entre ellas, se puso de manifiesto que no todos tienen el mismo manejo del idioma. Se trata de una lengua de tradición oral cuya escritura es reciente y genera conflictos acerca de su corrección. Gran parte de las puestas en común fueron en Qom, lo que nos dejaba afuera de las discusiones y nos ponía en el lugar del ser extraño. Horas más tarde rememorábamos la situación de los niños que ingresan a la escuela por primera vez y reciben clase en castellano “sin anestesia”. Nos llamó la atención que compararan las versiones en castellano y en Qom de los textos que les entregamos, y supimos que el texto en castellano dejaba fuera la parte espiritual de los relatos. Estas circunstancias también desataron polémica acerca de la corrección de la expresión escrita del idioma. Ninguno de estos desacuerdos era posible de ser saldado por el grupo de investigación, que sintió satisfacción de haber desatado estas polémicas.

La propuesta didáctica plasmada en el taller resultó de una profundización del trabajo de campo anterior, en el que habíamos elegido trabajar sobre las Pléyades. Los contenidos de las actividades relacionaban esta constelación con cuestiones inherentes a la cultura Qom. En especial, habíamos comenzado a estudiar el mapa del cielo Qom, siendo que las actividades promovieron el surgimiento de información relevante para su desentrañamiento. De hecho, logramos que uno de los estudiantes, conocedor de su cultura, compartiera su conocimiento sobre el mapa del cielo con toda la clase, incluso con nosotros mismos que teníamos más dudas que certezas.

Resultó muy fructífera la manera de armar nuestra propuesta de taller en cuanto a la investigación bibliográfica realizada. Por tratarse de una temática de gran relevancia para la comunidad Qom, encontramos producciones de autores Qom e investigaciones disponibles surgidas de las etnociencias, en especial, y de la antropología, en general. Esta manera de buscar y compilar información resultó ser potente para nuestros fines.

Los integrantes del grupo IECI desarrollaron habilidades diversas a través de su participación. Entre ellas, esta idea de planificar una actividad configurando posibles escenarios para su tránsito y resolución, tomándola como una actividad-hipótesis pues las distancias culturales son tantas y tan grandes que es bien posible quedar fuera de lugar.

Durante el taller asumieron la conducción de las actividades cuya elaboración promovieron porque en realidad todos los integrantes revisaron toda la producción. Esta gran distancia puede ser motivo de parálisis generalizada a la hora de abordar estos contextos, aunque nuestra experiencia mostró que el taller promovió la generación de un espacio deliberativo, plural, multicultural y multilingüe.

Las actividades del taller fueron puestas a prueba en otros contextos áulicos, con el fin de ajustarlas a diferentes públicos y mejorarlas. Estas actividades se pueden transformar en materiales didácticos; de hecho, estamos realizando una compilación para su publicación de libre acceso en la red.

La metodología de investigación-acción resulta muy apropiada para nuestros fines. Cada ciclo se asocia a un trabajo de campo cuyas conclusiones y su tránsito, en sí mismo, es el nivel de partida del ciclo siguiente. De este modo hemos ido avanzando en el tiempo, ampliando nuestras acciones.

El dispositivo formativo diseñado para trabajar junto con los estudiantes del Cifma – docentes en formación inicial— promovió el análisis didáctico de su propio contenido, es decir, se realizó un ejercicio metacognitivo sobre qué actividades se realizaron durante el taller y con qué objetivo había sido planificada cada una de ellas, una propuesta para analizar nuestra planificación del taller. Esta situación incluyó la invitación a que los estudiantes evaluaran si se habían cumplido o no los objetivos que nos habíamos trazado al diseñar el taller. Fue una manera de situarnos como objeto de su evaluación, actitud que fue muy valorada y que dio lugar a generar horizontalidad en el vínculo que se comenzó a establecer a través de este taller.

3.8 Conclusiones y reflexiones

Las leyes internacionales a las que la Argentina se acoge sostienen el derecho impostergable de ofrecer una educación intercultural de calidad destinada a las poblaciones aborígenes. Estamos lejos de ello. Su implementación debe ser garantizada por los estados nacionales en todos los países de la región, en especial, a través de la implementación de políticas públicas que incorporen los resultados de las investigaciones de diversos orígenes en relación con ello.

Nuestro relevamiento bibliográfico dio cuenta de la existencia de investigaciones aisladas de ECI en nuestro contexto y puso en evidencia la necesidad de encarar esta temática de manera más sistemática al interior de la comunidad de didactas de las ciencias. Todo este análisis contextual de nuestro trabajo sugiere que las investigaciones sobre esta temática deben tener mayor visibilidad y ser fundamento de la generación de políticas públicas.

A medida que vamos avanzando en la investigación sobre esta temática podemos evaluar retrospectivamente nuestros prejuicios y nuestra manera de naturalizar la discriminación de los pueblos originarios. En nuestro país la historia oficial que se estudia en las escuelas

invisibiliza la situación histórica y actual de las poblaciones aborígenes. Nuestras reflexiones sobre ello se van reflejando en el cambio de perspectiva que se materializa en nuestras propuestas de enseñanza y que consideramos abiertas a nuestros cambios futuros.

Es necesario investigar qué vínculos existen entre las cosmovisiones aborígenes y la ciencia occidental para así idear actividades de enseñanza que promuevan habilidades de pensamiento en cualquiera de ambas culturas. En este sentido, abordar la cosmovisión aborígen desde nuestro sistema de conocimiento es un proceso de suma complejidad que estamos transitando y que nos permite avanzar en la construcción de materiales didácticos

Una conclusión importante se relaciona con el criterio de provisionalidad de las actividades que planificamos, lo que incluye tener una mirada abierta a los emergentes de las aulas en las que las implementamos. Esta idea de actividad-hipótesis es tener en mente que los resultados de implementar la actividad la van modelando. Creemos importante desarrollar la misma actitud de apertura frente a los emergentes lingüísticos sobre los que no tenemos competencia alguna. Sin embargo, uno de los resultados más impactantes de nuestra intervención es lograr poner a circular conocimiento étnico en su idioma original –con todos los errores y problemas que trae su puesta en acción a través de las actividades propuestas–. Este hacer nos va adentrando de a poco en la complejidad de la cultura Qom.

Es muy fructífero poder aprovechar el trabajo de los etnocientíficos y antropólogos para esta tarea maravillosa de componer un rompecabezas a ser aplicado a la ECI, al igual que las producciones de los autores aborígenes para generar materiales didácticos y acciones formativas, a sabiendas de que los materiales por sí mismos no generan acciones, sino que es necesario el conocimiento didáctico para volverlos propuestas de enseñanza direccionadas hacia una real circulación por las aulas. Esta condición pone de relieve la importancia de la investigación en la didáctica específica para poner en funcionamiento una enseñanza significativa a partir de producciones existentes.

Una docente del Cifma y un estudiante propusieron formar parte del Grupo IECI. Esta condición generó distintos aportes. Por un lado, si bien la docente no participa de manera directa de las actividades, promueve su realización al interior de la institución y observa de manera participante varias de nuestras acciones. El estudiante del Cifma que se incorporó al equipo es hijo del líder con el que conectamos inicialmente a través de la antropóloga especialista en la etnia Qom. Él corrige cultural y lingüísticamente los materiales y las consignas de las actividades, interviene en su implementación en diversos ámbitos en los que las probamos, explica las consignas, y organiza las puestas en común con los estudiantes de tales ámbitos en Qom. En estas ocasiones su presencia cambia cualitativamente la potencialidad de las actividades, en todo sentido, es como si se tratara de otra clase. Hemos realizado con y sin él actividades con el mismo grupo de estudiantes

y pareciera que no son los mismos chicos. Estos resultados contundentes de la realidad marcan por dónde debemos caminar.

Las acciones realizadas durante el trabajo de campo por parte de los profesores y estudiantes del profesorado de la FCEN tienen un componente de extensión (universitaria) orientado en una dirección específica: primero se relevan las demandas educativas y, en función de ellas, se diseñan las acciones de intervención para satisfacer tales demandas y no al revés; es decir, elucubrar desde la universidad las acciones educativas a implementar creyendo saber cuáles son las demandas existentes en los contextos en los que interviene la universidad.

Los miembros del Grupo IECI realizan ejercicios metacognitivos sobre la materialización de las actividades-hipótesis de toda intervención. Son muy alentadoras sus reflexiones, algunas de las cuales transcribo a continuación:

Encontrarme a gusto con el desafío de planificar y generar actividades para trabajar en un contexto desconocido y diferente a mi cotidiano. Esto nos saca de un lugar “cómodo” y quizás rutinario para proponernos trabajar en otras cuestiones más profundas. También es motivante y desafiante la participación en congresos de enseñanza.

El hecho de haber trabajado con estudiantes del profesorado intercultural en el último viaje y escuchar sus reflexiones, movilizó aún más mis pensamientos. Si bien se percibió una gran valoración por parte de ellos hacia nuestro trabajo y nuestra propuesta, quedaron explícitos ciertos “reclamos/necesidades” acerca de otros aspectos a trabajar, como su historia, que hasta el momento no estaban en el centro de la cuestión.

Participando en el Grupo IECI aprendí a desnaturalizar toda una serie de pautas culturales, respecto del habla y la escritura, el trabajo y la distribución del tiempo. Aprendí que todas las herramientas de las que me apropié durante mi formación académica no me alcanzaron para abordar esas realidades tan diferentes como la de las comunidades Qom. A su vez, esas realidades me permitieron formarme como profesional de una en la que ningún formato académico podría haberlo hecho.

Dentro de la investigación realizada con el grupo IECI, logramos abordar nuestro trabajo de investigación trabajando de forma cooperativa teniendo en cuenta el contexto y las demandas de las comunidades e instituciones, adentrándonos en los mismos mediante el respeto por el “otro”, reconociendo sus diferencias y sus necesidades. Entre ellas, la principal es la no existencia de materiales didácticos de enseñanza, enmarcadas en la EIB y EIC.

Las reflexiones de los docentes en formación del Grupo IECI plantean desafíos a mi conducción, en cuanto a avanzar en la generación de puentes que conecten la cosmovisión Qom y las ciencias naturales escolares. El análisis de los dispositivos formativos va guiando la consecución de las acciones y nos permite abstraer factores de desarrollo de nuestras intervenciones que exceden a la etnia Qom y que podrían anclar en otros contextos étnicos, implementando políticas educativas. Es necesario señalar que existen dificultades muy difíciles de superar –¡aunque no imposibles!–, entre ellas la discriminación histórica de la población aborigen, tan naturalizada, que incluso los docentes con la mejor intención encarnan acciones discriminatorias. Su superación exige políticas de desarrollo profesional especialmente diseñadas para ello. A través de la bibliografía sobre EIB en nuestro país nos preparamos para el abordaje de estos contextos sabiendo que esto iba a ocurrir.

Nuestra actitud hacia los aborígenes, nuestro interés acérrimo en develar detalles de su cultura, la motivación de los estudiantes aborígenes en la resolución de las actividades, la inclusión de una docente y un estudiante del Cifma en el Grupo IECI, entre otros hechos no discriminatorios, llama la atención de los docentes cuyas aulas ceden a nuestras intervenciones. Muchos de ellos observan pasivamente, otros participan también de las actividades. Este, creo que es el mayor de los obstáculos y, por qué no, desafío. Vamos caminando, generando vínculos positivos y mientras tanto vamos produciendo materiales didácticos, diseñando acciones, explorando dispositivos formativos y comunicando algunas pistas acerca de cómo avanzar con la educación científica en contextos interculturales.

3.9 Agradecimientos

Este trabajo se realiza en parte con aportes del Proyecto UBACyT20020090200350BA (Grupos Consolidados). Formación e investigación en Educación Ambiental: Reflexiones e impacto. Instituto de Investigaciones CEFIEC- FCEN-UBA. Aprobado y Financiado.

Referencias

- Abell, S. y Lederman, N. (2007). *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey, EE. UU.: LEA Publishers.
- Arenas, P. (2003). *Etnografía y alimentación entre los toba-ñachilamoleek y wichi-Ihuku'tas del Chaco Central (Argentina)*. Buenos Aires, Argentina: Edición del autor [PARENAS@darwin.edu.ar].
- Bonan, L. (2005). ¿Cómo se define un problema de investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales? En G. Fioriti & P. Moglia (Comp.), *La formación Docente y la Investigación en Didácticas Específicas*. Cuadernos del CEDE. San Martín: UNSAM.
- Brusilovsky, S. (2007). Extensión universitaria: enfoques políticos, articulación con docencia e investigación. En "Jornadas Exactas con la Sociedad". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

- Copello Levy, M. & Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 269-283.
- Davini, M. (2015). *La formación en la práctica docente*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- De la Vega, E. (2014). *Diversos y colonizados. El sueño multicultural de la escuela*. Rosario, Argentina: Homo Sapiens.
- Edelstein, G. (2011). *Formar y formarse en la enseñanza*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Fernández, C., Gandulfo, C., & Unamuno, V. (2012). *Lenguas indígenas y escuela en la provincia de Chaco: el proyecto egresados*. En V Jornadas de Filología y Lingüística, 21, 22 y 23 de marzo de 2012. La Plata, Argentina.
- Francia, T. & Tola, F. (2011). *Reflexiones Dislocadas. Pensamientos políticos y filosóficos qom*. Buenos Aires, Argentina: Asociación Civil Rumbo Sur, Facultad de Filosofía y Letras, UBA.
- Hewson, P. (2007). Teacher Professional Development in Science. En S. Abell & N Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey, EE. UU.: LEA Publishers.
- Hirsch, S. (2010). Pensando la educación cultural bilingüe en contextos pluriétnicos y plurilingüísticos. En *La Educación Intercultural Bilingüe en Argentina. Identidades, lenguas y protagonistas*. Buenos Aires, Argentina: Noveduc.
- Iribarren, L., Josiowicz, R., & Bonan, L. (2013). Educación para la conservación. Realización de campamentos científicos a una reserva ecológica. *Revista de Educación en Biología*, 16(2).
- Latorre, A., Arnal, J., & Del Rincón, D., (1996). *Bases Metodológicas de la Investigación Educativa*. Barcelona, España: Nurtado Ediciones.
- López, A. (2009). Las Pléyades, el sol y el ciclo anual entre los mocovíes, VI Congreso Argentino de Americanistas, Buenos Aires, Argentina, Sociedad Argentina de Americanistas: 257-277.
- Mendes dos Santos, G. & Machado Dias, C., (2009). Ciência da floresta: por uma antropologia no plural, simétrica e cruzada. *Revista de Antropología*, 52(1), 137-160.
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Chaco. (2012). *Curriculum para la Educación Primaria del Chaco*.
- Nault, W. (1989). *The World Book of Space Exploration Space Travel*, Chicago, IL: World Book Inc.
- Nucinkis, N. (2006). La EIB en Bolivia, En L. López & C. Rojas (Eds.), *La EIB en América Latina bajo examen*. La Paz, Bolivia: Plural Editores.
- Perrenoud, P. (2007). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar. Profesionalización y razón pedagógica* (4ª Edición). Barcelona, España: Grao.
- Sánchez, O. (2009a). *Antiguos relatos Tobas*. Argentina: Ministerio de Educación de Chaco.
- Sánchez, O. (2009b). *Lengua y Cultura Tobas*. Argentina: Ministerio de Educación de Chaco.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid, España: Síntesis
- Seoane, J. & Taddei, E. (2010). *Recolonización, bienes comunes de la naturaleza y alternativas de los pueblos*. Buenos Aires, Argentina: Clacso.
- Terán, L. (2004). *Animales shamánicos en la Cosmovisión Toba*. Tucumán, Argentina: Pablo Apóstol Ediciones.
- Valladares Riveroll, L. (2010). *Educación Intercultural Bilingüe. Una educación científica para la interculturalidad*. Congreso Iberoamericano de Educación METAS 2021. Buenos Aires, 13 a 15 de septiembre de 2010.
- Varela, L. (2011). *Para una política del lenguaje en Argentina*. Caseros: EDUNTREF.
- Varela, L. (2012). *Políticas de lenguas en la educación argentina: avances y nuevos desafíos*, Conferencia Plenaria en el II Congreso Internacional de lenguas y dinámicas identitarias en el Bicentenario, desde el 17 al 20 de julio, Resistencia (Argentina).
- Wenger, E. (2001). *Comunidades de Práctica*. Barcelona, España: Paidós.

Ziradich, M. (2010). Pareja vulnerable, si la hay: docente originario y docente no originario. En *La Educación Intercultural Bilingüe en Argentina. Identidades, lenguas y protagonistas*. Buenos Aires, Argentina: Noveduc.

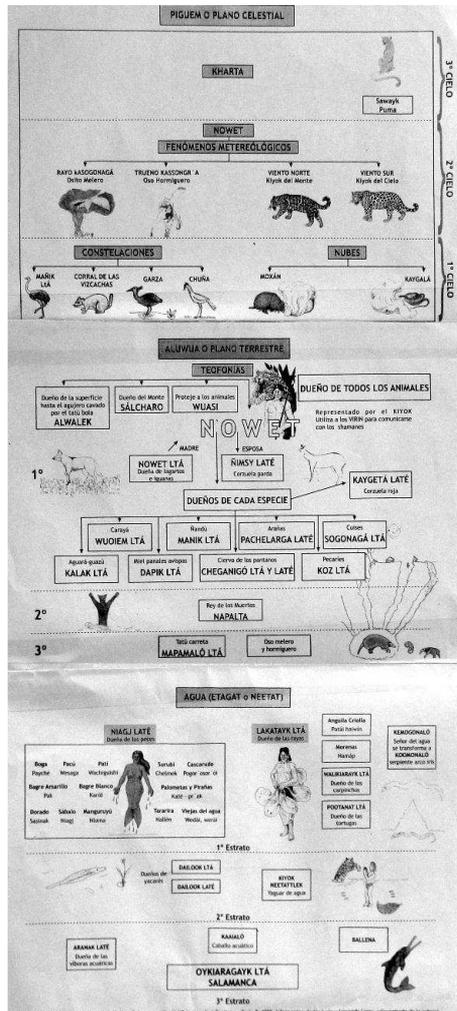
Actividad 4: Alcances y limitaciones del esquema que representa los mundos.

Se les entrega a cada grupo un esquema de los mundos FIGUEM-ALHUA-ETAXAT extraído de la revista *Animales Shamánicos en la Cosmovisión Toba* de Lucrecia Teram. La consigna es la siguiente:

Mira este esquema de los mundos, ¿qué le falta?, ¿tiene errores?

Actividad 5: Puesta en común.

Se le pide a cada grupo que comparta las correcciones que realizó en el esquema. Se comparan las distintas correcciones analizando las diferencias y coincidencias.



Segunda Parte

Actividad 6: El ciclo anual.

Se divide a la clase en 4 grupos y se les entrega un sobre con tarjetitas. Cada una de ellas contiene agrupadas algunas características de un momento del año en particular. La consigna es la siguiente:

- ¿Con qué momento del año relacionas las características de cada tarjetita?
- ¿Qué nombre le pondrías a cada momento?
- ¿Qué otras cosas suceden en esos períodos en relación con los animales, las plantas y las estrellas?

Actividad 7: Puesta en común.

Se le pide a cada grupo que comparta lo realizado. Se les pregunta si están de acuerdo con las características escritas y si les parece agregar, sacar o modificar algo. Se intentará ver si hay coincidencias entre los grupos.

Actividad 8: El camino que recorre Dapichí durante una noche.

Se le entrega a cada grupo una imagen del cielo nocturno de Chaco. Se les pregunta si reconocen alguna estrella o constelación y se les pide que las marquen en la fotocopia.

Luego se les entrega varias fotos del cielo nocturno de Chaco tomadas en diferentes horarios en una misma noche. Se les pide que:

- Ubiquen al Dapichí en cada una de las fotos e intenten darles un orden que represente su recorrido durante una noche. ¿Por qué cambian su posición durante la noche?



Actividad 9: Puesta en común.

Se le pide a cada grupo que comparta lo analizado. Se les pregunta si están de acuerdo con la ubicación del Dapichí y con el orden de las imágenes. Se discute las distintas explicaciones del movimiento del Dapichí.

Tercera Parte**Actividad 10: Análisis de objetivos.**

Se entrega a los estudiantes un cuadro que sintetiza las actividades desarrolladas durante el taller y se solicita que digan qué objetivos creen que se cumplen con cada actividad.

Orden	Descripción de la Actividad	Objetivos
1	Presentación de los participantes	
2	Historias entre mundos	
3	Puesta en común	
4	Alcances y limitaciones del esquema que representa a los mundos	
5	Puesta en común	
6	El ciclo anual	
7	Puesta en común	
8	El camino que recorre Dapichí durante una noche	
9	Puesta en común	
10	Análisis de objetivos	

Luego se les entrega el mismo cuadro completo con los objetivos planteados por los docentes para cada actividad.

Orden	Descripción de la Actividad	Objetivos
1	Presentación de los participantes	<ul style="list-style-type: none"> ● Saludarnos ● Recordar nuestros nombres ● Dar inicio a la jornada

2	Historias entre mundos	<ul style="list-style-type: none"> ● Conocer o reconocer los dibujos de otros compañeros, producidos en clase de Wanda ● Elegir personajes para representar historias ● Dar a conocer los mundos de la cultura ● Recordar o inventar historias y compartirlas ● Evidenciar las limitaciones de contar historias en español ● Enseñar cultura a las docentes del taller
3	Puesta en común	<ul style="list-style-type: none"> ● Compartir en el grupo grande los resultados de la actividad anterior
4	Alcances y limitaciones del esquema que representa a los mundos	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar un análisis crítico de la representación occidental de los mundos ● Buscar acuerdos entre compañeros sobre la cultura y la escritura ● Enseñar a las docentes significados y palabras de la cultura y el idioma
5	Puesta en común	<ul style="list-style-type: none"> ● Compartir en el grupo grande los resultados de la actividad anterior
6	El ciclo anual	<ul style="list-style-type: none"> ● Reconocer períodos anuales a través de sus características, ordenarlos y nombrarlos ● Explicitar acuerdos y desacuerdos entre compañeros ● Propiciar la relación entre los calendarios y occidental
7	Puesta en común	<ul style="list-style-type: none"> ● Compartir en el grupo grande los resultados de la actividad anterior
8	El camino que recorre Dapichí durante una noche	<ul style="list-style-type: none"> ● Reconocer en la foto a Dapichí ● Analizar su movimiento durante una noche ● Propiciar la expresión de una explicación científica
9	Puesta en común	<ul style="list-style-type: none"> ● Compartir en el grupo grande los resultados de la actividad anterior
10	Análisis de objetivos	<ul style="list-style-type: none"> ● Reconocer y discutir los objetivos que se cumplen a través de la propuesta de enseñanza del taller

CAPÍTULO 4

Interacciones dialógicas de sistemas de conocimiento indígenas y afrodescendientes en clases de ciencias de educación básica

Johanna Rey

Secretaría de Educación del Distrito
Bogotá-Colombia
reyjohanna@gmail.com

Antonia Candela

Departamento de Investigaciones Educativas. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados.
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México
acandela@cinvestav.mx

Contenidos

Resumen

4.1 Introducción

4.2 Contexto de los datos empíricos

4.3 Análisis de los datos

4.4 Tensiones y relaciones entre los distintos sistemas de conocimiento

4.5 Entre límites y posibilidades de los sistemas de conocimiento

4.6 Conclusiones

Referencias

Interacciones dialógicas de sistemas de conocimiento indígenas y afrodescendientes en clases de ciencias de educación básica

Resumen

Este estudio de enfoque interpretativo cualitativo explora, en dos aulas de escuelas públicas de educación básica de México y Colombia, cómo las y los maestros junto con las y los estudiantes construyen discursivamente la validez de los sistemas de conocimientos indígenas y afrodescendientes en interacción dialógica con el sistema de la ciencia occidental. Explorar las interacciones que los participantes del aula despliegan entre sistemas de conocimiento desde una perspectiva de diálogo entre perspectivas culturales (Godenzzi, 1996; Candela, 2013) permite entender la construcción de conocimientos como diálogos de “réplica viva” (Bajtín, 1989). Esto es, como entramados de relaciones simultáneas, de consonancias y disonancias – tensiones– en el espacio-tiempo de la clase de ciencias. Una comprensión de la educación científica intercultural como la implementan docentes interesados en mantener la cultura local puede brindar elementos teóricos y prácticos para vislumbrar la importancia de una enseñanza de las ciencias que aprecie las diferencias y propenda a enriquecer las diversas concepciones culturales, retomando lo mejor de cada una de ellas.

4.1 Introducción

En la mayoría de escuelas de educación básica de México y Colombia, como en otras escuelas del mundo, la educación en ciencias se sustenta en un enfoque monocultural, universalista y científicista. Desde este enfoque, el conocimiento científico eurocéntrico-occidental –un lugar más ideológico que geográfico– se posiciona como la única episteme legítima, neutral y capaz de ofrecer descripciones, predicciones y explicaciones universales sobre el mundo natural cercanas a la verdad (Santos, 2010).

Estos supuestos, que como mitos de la modernidad (Baker, 2016) se ven fortalecidos y reposicionados en el proyecto de globalización neoliberal (Escobar, 2005), tienden a excluir, negar o relegar al estatus de supersticiones, mitos o creencias a los conocimientos que se producen a partir de racionalidades sociohistóricas y culturales distintas; esto es lo que sucede con aquellos que provienen de comunidades indígenas y afrodescendientes (Peña & Blanco, 2015). Esta lógica dominante, frecuentemente promulgada en el discurso de la ciencia escolar, ha traído consigo una “monocultura del saber” (Santos, 2007) o un “reduccionismo ontológico” (Southerland, 2000); en el sentido de invisibilizar y descalificar toda forma de conocimiento que no opere desde los principios epistemológicos y las reglas metodológicas de la ciencia occidental (Woolnough, 1996; Santos, 1987).

Enseñar única y exclusivamente el conocimiento científico eurocéntrico en las escuelas, y de manera específica en las clases de ciencias, perpetúa una relación jerárquica entre sistemas de conocimiento y acrecienta de manera significativa la brecha educativa entre estudiantes indígenas y no indígenas (Richards, 2008), afrodescendientes y no afrodescendientes (Walsh, 2007). Esta “monocultura del saber” (Santos, 2007) opera frecuentemente como un mecanismo

de colonización para niños, niñas y jóvenes socializados dentro de visiones del mundo distintas a las de Occidente (Hatcher, 2012), con efectos negativos en su autoestima y en sus procesos de aprendizaje (Aikenhead & Jegede, 1999). Se sostiene también que el privilegio de la racionalidad científica occidental resulta desafortunado para todos, pues, independiente de la etnia, la clase, el sexo o la religión, se nos niega la posibilidad de construir entendimientos otros, por ejemplo, sobre formas alternativas de vivir en la naturaleza (Hatcher, 2012). Enseñar una sola perspectiva de la construcción de explicaciones sobre el mundo natural limita el enriquecimiento de la perspectiva propia y no ayuda a desarrollar una actitud de comprensión frente a la diversidad, tan necesaria en nuestro tiempo de intolerancia frente al diferente.

Durante las últimas décadas investigadores, maestros y activistas a nivel internacional han puesto en tela de juicio el cientificismo en la educación en ciencias, así como las dicotomías que la justifican y la promueven –“Oriente-Occidente, primitivo-civilizado, irracional-racional, mágico/mítico-científico y tradicional-moderno”– (Quijano, 2000, p. 210-211). Varios estudios han dedicado esfuerzos en mostrar tanto la validez de muchas de las concepciones indígenas que han perdurado por siglos (Aikenhead & Owaga, 2007), como su relevancia para afrontar las crisis ambientales contemporáneas (Baker, 2016). En estos estudios se destaca que los sistemas de conocimiento indígenas –y de descendencia africana– configuran comprensiones empíricas verificables, en gran parte de los casos, sobre la base de sus propios criterios epistémicos, acerca de la vida animal, las plantas, el universo, la Tierra, en estrecha conexión con prácticas sociales, históricas y culturales particulares, espirituales y ritualizadas (El-Hani & Bandeira, 2008; Candela, 2013). La validez de estos sistemas de conocimiento radica, entre otras cosas, en el valor que tienen para promover relaciones de respeto hacia la naturaleza (Castellano, 2000).

Reconocer que los conocimientos indígenas –y afrodescendientes– son una fuente importante de comprensión legítima del mundo físico y natural, que es relevante para las personas (Aikenhead & Michell, 2011), problematiza y, a la vez, sugiere cambios profundos en la educación en ciencias en nuestros contextos escolares (Baker, 2016). A nivel mundial diferentes posiciones teóricas y conceptuales abogan por un currículo culturalmente sensible que ofrezca a los estudiantes –indígenas y no indígenas, afros y no afros–, además de la ciencia moderna occidental, perspectivas diversas de conocer, vivir y estar en la naturaleza (Whitt & Chambers, 2014). Estudios socioculturales en este campo han demostrado que promover interacciones entre diversos sistemas de conocimiento favorece, entre otros, el interés y el éxito académico de los estudiantes indígenas, la soberanía y la supervivencia cultural de estos pueblos, y la promoción y difusión de estilos de vida saludables y sostenibles (Aikenhead & Michell, 2011).

Cada vez son más las maestras y los maestros que, frente a estos desafíos, se interesan en promover prácticas de enseñanza de las ciencias desde una perspectiva intercultural, suscitando múltiples interacciones entre diversos sistemas de conocimiento (Ball, 2012; Baker, 2016), especialmente en comunidades indígenas y afrodescendientes. En este trabajo exploramos algunas de estas interacciones desde una perspectiva dialógica (Ogay & Edelman, 2016). Optamos por este enfoque porque nos permite entender la construcción de conocimientos como diálogos de “réplica viva” (Bajtín, 1989), esto es, como entramados de relaciones simultáneas, de consonancias y disonancias –tensiones– entre formas diversas de conocer, vivir

y comprender la naturaleza en el espacio-tiempo de la clase de ciencias.

Entender el encuentro entre sistemas de conocimiento implica trascender, por un lado, la confrontación dicotómica entre conocimientos indígenas y ciencias eurocéntricas (Aikenhead & Ogawa, 2007); y, por el otro, propiciar el reconocimiento de la diversidad y las diferencias culturales entre las y los estudiantes y sus diversos referentes culturales. Creemos que la educación científica intercultural puede abrir caminos para explorar, describir y analizar la pluralidad y variabilidad de interacciones que los y las participantes despliegan cuando se implementa una enseñanza que valora diversas formas de conocimiento.

Con la intención de aportar elementos teóricos y empíricos que enriquezcan los debates actuales en torno a la educación científica intercultural (Candela 2013), en este capítulo analizamos cómo se construye la validez de los sistemas de conocimiento indígenas y afrodescendientes en diálogo (Godenzzi, 1996) con las ciencias eurocéntricas en algunas clases de ciencias de escuelas públicas marginales de México y Colombia. En vez de definir aquello que se debe hacer a partir de la teoría, aquí nos aproximamos a estudios de caso, y se analizan las prácticas reales para aprender de ellas, dado que son pocos los estudios que exploran la construcción social de estos conocimientos en situaciones reales de enseñanza (Gondwe & Longnecker, 2015).

Analizamos la cotidianeidad de la interacción en las aulas desde una perspectiva interpretativa etnográfica (Rockwell, 2009). Esta perspectiva nos permitió “estar allí” (Geertz, 1987); establecer una relación estrecha y cercana con las y los maestros y las y los estudiantes, para obtener información rica y variada sobre aquello que sucedía en el transcurso de las prácticas de clase desde la perspectiva de estos actores educativos. Utilizamos también algunos recursos del análisis del discurso desde una perspectiva sociohistórica y cultural (Vygotsky, 1978; Rex & Green, 2007), con el propósito de examinar turno a turno y de manera situada las diversas interacciones verbales que docentes y alumnos despliegan en las sesiones de clase observadas y en las entrevistas realizadas. El análisis del discurso es un medio privilegiado para identificar, reconstruir y analizar los procesos de coconstrucción de conocimientos en relación con la heterogeneidad de los contextos culturales, sociales e históricos en que se producen (Candela, 1999; 2001).

En estos ejemplos de clases impartidas en escuelas de educación básica de México y Colombia puede apreciarse cómo las maestras, así como las y los estudiantes de estos casos particulares, coconstruyen conocimientos que provienen de culturas indígenas y afrodescendientes en interacción con la ciencia occidental. Mostrarlos puede brindar a las y los docentes en ejercicio, a futuros educadores, a formadores de maestros, a directivos escolares y a quienes implementan programas de desarrollo profesional docente, elementos teóricos y prácticos para repensar el valor de la práctica educativa, y el papel de la educación científica intercultural que enriquezca las diversas concepciones culturales que aparecen en el aula y que permita retomar lo mejor de cada una de ellas en nuestros contextos escolares latinoamericanos.

A continuación, presentamos información sobre los contextos donde se obtuvieron los datos

empíricos en los que se basa la investigación. Luego, se describen y analizan diferentes fragmentos de entrevista y sesiones de clase. Finalmente, en un último apartado, ofrecemos algunas conclusiones e implicaciones para el campo de la enseñanza de las ciencias derivadas del análisis desarrollado.

4.2 Contexto de los datos empíricos

La información empírica en que se basa el presente estudio proviene del trabajo de campo realizado en dos aulas de dos escuelas públicas de educación básica: una ubicada en el municipio de Tzintzuntzan, estado de Michoacán, México; y la otra ubicada en la ciudad de Bogotá, Colombia. Los registros se obtuvieron a través de estancias prolongadas, en un tiempo aproximado de dos años y medio.

Los datos registrados corresponden a prácticas de enseñanza de ciencias de diferentes grados de educación básica. En el caso del aula mexicana se documentaron prácticas de primero y segundo grados de primaria; y para el caso del aula colombiana, sesiones de sexto grado de secundaria.

Las clases observadas y las entrevistas realizadas a dos maestras se registraron mediante video, audio y diarios de campo. Las entrevistas, por lo general, se desarrollaron al terminar la jornada laboral. A lo largo del trabajo de campo se registraron 38 clases y 8 entrevistas con los maestros. El material se transcribió en su totalidad y constituye el sustento empírico de este estudio.

Los registros se analizaron y se categorizaron en relación con lo que sucedía en las interacciones del aula, tratando de comprender los sentidos y significados que los actores involucrados les otorgaban a las prácticas en el ámbito cotidiano del lugar de estudio (Erickson, 1986). Las unidades de análisis se definieron en relación con los fragmentos de información, proveniente de los registros de observación de clase y de las entrevistas realizadas a los maestros, que eran pertinentes para el tema de estudio. Con estas situaciones se busca ilustrar los momentos de interacción dialógica entre los sistemas de conocimiento indígenas o afrodescendientes y el sistema de conocimiento eurocéntrico.

Las maestras de la investigación fueron elegidas por su interés en el tema de estudio y por participar voluntariamente, sin intermediarios directivos o trámites oficiales. Ello favoreció una relación más próxima con cada docente. De esta manera procuramos evitar que la mediación de la autoridad pudiera influir sobre el comportamiento de las docentes (Mercado, 2002). Se contó con la colaboración de dos maestras que, sin seguir un programa o alguna prescripción al respecto, están comprometidas con la educación intercultural: Stella, reconocida en Colombia por agenciar procesos de enseñanza de conocimientos afrodescendientes en las clases de ciencias; y Tere, reconocida en el estado de Michoacán, México, por incluir el sistema de conocimiento indígena Purépecha en sus prácticas cotidianas escolares.

La maestra Stella de la escuela de Bogotá, Colombia, nació en Santiago de Cali, departamento del Valle de Cauca, Colombia. Ella se identifica como una mujer afrocolombiana, es decir, nacida

en Colombia y descendiente de personas africanas esclavizadas (Caicedo & Castillo, 2012). Cuenta con una licenciatura en biología y química, es especialista en ecología, medioambiente y desarrollo, magíster en desarrollo educativo y social, y ha cursado varios diplomados en etnoeducación y cátedra de estudios afrocolombianos. Tiene aproximadamente 30 años de experiencia docente en colegios públicos y privados de contextos urbanos y rurales, en los niveles de educación preescolar, primaria y secundaria. En 2002 ingresó a la escuela Altamira, su actual lugar de trabajo. Una escuela urbana que se encuentra ubicada en una zona marginal al suroriente de la ciudad de Bogotá, sobre la Cordillera de los Andes, rodeada de una gran diversidad de bosques y quebradas. En esta escuela, Stella ha realizado diferentes encuentros interculturales y ha trabajado por más de trece años en fortalecer la cultura afro con los estudiantes de secundaria. Sostiene que “esta herencia está demasiado dormida y que por eso hay que empezar a despertarla”. Es de resaltarse que aunque en Colombia existe una normatividad que pretende hacer obligatorio el estudio de la cultura afrocolombiana en todas las escuelas, su incorporación aún es muy limitada a nivel nacional (Walsh, 2009).

Durante el trabajo de campo observamos las clases que Stella orientaba en el sexto grado de secundaria (según el sistema educativo colombiano la primaria se compone de cinco años y la secundaria de seis, donde sexto de primaria corresponde al primer grado de la secundaria). La clase compuesta por 41 estudiantes con edades entre los 12 y 14 años, tenía niños originarios de la ciudad capital, de distintas regiones del país y un niño que provenía de Venezuela. Muchos de ellos llegaron con sus familias a Bogotá, buscando mejores opciones de vida o huyendo del conflicto armado interno que se vive en Colombia desde hace más de medio siglo. La mayoría presentan condiciones de vida precarias, hay niños víctimas del narcotráfico, del microtráfico y son varios los que deben trabajar cuando salen de la escuela o los fines de semana para ayudar a sufragar los gastos económicos de sus familias. Los padres se emplean como obreros de construcción y las madres en trabajos domésticos o en la economía informal.

La maestra Tere, quien también nos abrió las puertas del aula para conocer sus prácticas de enseñanza de ciencias, nació en la comunidad indígena Purépecha de La Pacanda, una isla del lago de Pátzcuaro que se encuentra en el estado de Michoacán, México. Ella inició su carrera docente al terminar la secundaria y, como muchos maestros, cursó diferentes estudios a lo largo de su trayectoria: bachillerato pedagógico, licenciatura para maestros, y maestría en problemas de aprendizaje y psicogenética. Cuenta con 30 años de experiencia como docente frente a grupo en escuelas primarias rurales de distintas características: multigrado y unitaria (atendiendo de manera simultánea a los seis grupos que componen la primaria en el sistema educativo mexicano), monolingües en español o purépecha y bilingües (español y purépecha).

La escuela primaria rural en la que trabaja Tere se encuentra en la comunidad de Ichupio, en el municipio de Tzintzuntzan, estado de Michoacán, México, sobre la rivera del lago de Pátzcuaro, rodeada de una amplia y rica biodiversidad. Ella orienta clases de manera simultánea y en una misma aula a niños de primero y segundo grados de primaria. La clase se compone de 19 estudiantes que tienen entre los 5 y 8 años de edad. La mayoría de los niños son de la comunidad indígena purépecha y otros provienen de distintos lugares del país (Ciudad de México, Morelia, municipios o comunidades cercanas).

Los grupos familiares van de tres a doce personas, suelen vivir en una misma finca, en condiciones precarias y trabajar como empleados que las cuidan. Relata la maestra con preocupación que, desde hace algunos años, los padres de familia indígenas purépechas suelen vender sus terrenos a personas extranjeras a precios irrisorios, perdiendo la propiedad y convirtiéndose en cuidadores de las mismas. Aunque la zona del lago de Pátzcuaro es considerada fuente principal de alimento y trabajo, la sobreexplotación de peces y el vertimiento de aguas residuales han deteriorado el ambiente, al punto de causar la extinción de especies nativas y la reducción de posibilidades laborales en el ámbito pesquero.

A Tere le preocupa la pérdida de la cultura purépecha en su comunidad, que los niños, niñas y los y las jóvenes no hablen el idioma, que los conocimientos de los abuelos y abuelas dejen de circular y que la tierra, por la que sus ancestros lucharon, se siga perdiendo. Ella sostiene que estos problemas y necesidades la llenan de motivos para “seguir investigando, estudiando y buscando distintas estrategias para llevar a la escuela los conocimientos ancestrales y empezar a ver de qué manera trabajar, de qué manera se les enseña a los niños para que los usen en la actualidad”.

Cada uno de los saberes compartidos por estas maestras fueron datos valiosos para el presente estudio. Acceder a sus prácticas de enseñanza de ciencias nos permitió conocer de cerca sus compromisos y esfuerzos cotidianos por rescatar y fortalecer con los estudiantes sistemas de conocimiento que históricamente han sido, y continúan siendo, marginados dentro de los currículos oficiales de México y Colombia. Estos currículos suponen grupos homogéneos, y se erigen bajo un modelo estandarizado que invisibiliza la diversidad de conocimientos que circulan en las comunidades, así como la variedad de construcciones que ocurren en las diferentes escuelas.

Contar con ejemplos de diversa índole, prácticas de enseñanza de conocimientos indígenas de un aula de primaria rural mexicana y prácticas de enseñanza de conocimientos de descendencia africana de un aula urbana de secundaria colombiana, con estudiantes originarios de diversos contextos socioculturales, brinda un abanico amplio de informaciones empíricas acerca de las heterogéneas prácticas de construcción de conocimientos culturalmente diversos que suceden en estas clases de ciencias.

4.3 Análisis de los datos

En la descripción y análisis de los datos empíricos nos interesa mostrar diferentes momentos de interacción dialógica asociados a la construcción de la validez de los sistemas de conocimiento indígenas, para el caso de la maestra Tere, y afrodescendientes, para el caso de la maestra Stella. Se presentan dos apartados: uno en que se analiza cómo relacionan las maestras, en entrevistas, el sistema de conocimiento eurocéntrico con conocimientos indígenas o afro; y dos en el que se examinan las interacciones entre las docentes y las y los estudiantes, donde los impactos de ciertos usos de la ciencia occidental muestran la conveniencia de usar los conocimientos indígenas y afro que han sido históricamente marginados.

4.4 Tensiones y relaciones entre los distintos sistemas de conocimiento

En este análisis nos interesa identificar y analizar los fragmentos de entrevista donde la maestra Stella y la maestra Tere configuran la validez de los saberes afros e indígenas, mediante el establecimiento de relaciones con las ciencias occidentales en el espacio de la clase de ciencias.

En una de las entrevistas realizadas a la maestra Stella se le preguntó acerca de cómo ella entendía y trabajaba las cuestiones relativas a la validez de los conocimientos afrodescendientes en las clases de ciencias. Sobre este asunto señaló:

Stella. Hay una cosa que siempre les he dicho a mis estudiantes, es que uno acepta la ciencia porque se lo dijeron, a mí no me consta. Y qué hace uno en el aula, reproduce. Hay cosas que uno comprueba, pues la ciencia es de comprobar. Pero mucho de lo que me dicen de ciencia en la escuela no lo compruebo, sencillamente lo transmito y doy por sentado que es verdad. Y en ese sentido, uno se pregunta: ¿quién determina qué es verdad o qué es válido en la ciencia? Con los saberes afro no, porque uno los comprueba. Yo miro la planta y cuando hablamos de las plantas frías y las plantas calientes, de para qué sirven, lo comprobamos cuando nos enfermamos. Entonces, los pelados dicen: ¡Ay profe, sí es una planta caliente! Esa planta caliente me sirve y ellos entran a verificar que eso es cierto. Por eso es que ellos dicen: es que esos saberes son científicos.

Stella refiere al problema de la validez de los “saberes afro”, como ella los denomina, entablando un diálogo con la enseñanza de los contenidos científicos escolares convencionales. En este diálogo, sostiene que a diferencia de la ciencia eurocéntrica, cuyos contenidos no necesariamente se pueden comprobar en todos los casos en el contexto del aula, algunos de los saberes afro son verificables a nivel local. Además, para el caso de la ciencia eurocéntrica plantea la dificultad de conocer quién les otorga validez. De esta manera les otorga legitimidad a los conocimientos afro para su uso, puesto que son verificables. Es importante hacer notar que la maestra Stella conoce de nuestro interés por el tema de la educación intercultural y que sabemos de su experiencia impulsando un reconocimiento a los saberes afro. Sin embargo, esta entrevista permite analizar de qué manera justifica su práctica, más allá de que ella sea una entusiasta impulsora de este tipo de enfoque.

La docente plantea que mientras en la enseñanza de la ciencia eurocéntrica existen momentos en los que se transmiten y reproducen conocimientos que no se pueden comprobar en el aula, en el caso de la enseñanza de los saberes afro, los estudiantes tienen la oportunidad de validarlos a través de su uso. Stella pone el ejemplo de que cuando ellos aprenden que existen plantas medicinales frías y calientes⁶, dicho conocimiento lo pueden comprobar cuando lo emplean para curarse de alguna enfermedad, también definida desde las mismas bases epistemológicas. Podría decirse que esta maestra sostiene que la validez de estos saberes se va construyendo a través de su uso y mediante las vivencias personales (“esa planta caliente me

⁶ Clasificación por categorías térmicas de las plantas medicinales en el sistema tradicional de salud de la comunidad afrodescendiente de Palenque San Basilio, Bolívar, Colombia (Vásquez, 2012).

sirve”). La docente así está considerando que el conocimiento afro es tan válido como el de la ciencia, sobre todo porque en el caso de comunidades afro y a nivel local, es comprobable. De esta manera está dando legitimidad al conocimiento afro por medio de uno de los criterios más importantes para legitimar el conocimiento científico, que es ser comprobable empíricamente: los saberes medicinales de la cultura afro sirven para curar enfermedades.

Cuando preguntamos a la maestra Tere sobre la validez de los saberes indígenas en la clase de ciencias, ella respondió entablando relaciones conflictivas entre los diferentes sistemas de conocimiento. Dichas tensiones refieren a un diálogo entre los saberes indígenas y el sistema de la ciencia occidental. En este caso Tere ubica estas relaciones explícitamente en el contexto del sistema capitalista.

Tere. En el plan comunitario se habla de la salud. Ahí, uno ve que la validez lo da el sistema y que al sistema no le conviene que se sigan transmitiendo los saberes indígenas porque hay muchos laboratorios que los patentan en medicamentos. A lo mejor me pueden dar una pastilla que sirve para el dolor de estómago, pero a lo mejor es producto de la ruda, pero ya en pastillita. Si la gente regresara y se curara con lo natural, ¿quiénes son los que pierden? Pierden ellos. Por eso dicen que eso es pura charlatanería, que eso no sirve. Los mismos médicos dicen o cuando uno llega a un lugar, ¿pero a ti quién te dijo que tomaras eso? Si ellos no son doctores. Pero si yo le digo: es que yo me lo tomo porque toda mi familia se curaba con eso, no me lo va a creer o simplemente me dice que eso no sirve. Mucha gente tampoco está convencida y dicen: noo, es que yo con plantas qué me voy a curar, eso lo manejan los brujos, ustedes se están envenenando.

En este enunciado vemos que Tere refiere al plan comunitario⁷ –plan de estudios que ella y otro compañero construyen junto con las niñas y niños y los padres y madres de familia a partir de la identificación de las necesidades, los problemas e intereses que consideran de importancia en la comunidad– para hablar sobre cómo ella concibe y construye la validez de los conocimientos indígenas en el ejercicio de su propia práctica educativa cuando desarrolla el tema de la salud. Así asume su práctica y su enfoque como un interés comunitario y no solo como un propósito propio.

Tere muestra que la ambigüedad en cuanto al reconocimiento de la validez del sistema de conocimiento indígena sobre la herbolaria y su falta de legitimidad en el currículo oficial de ciencias, se debe al estrecho vínculo que este conocimiento tiene con los intereses económicos de los laboratorios farmacéuticos que lo patentan para usarlo en la medicina occidental. Por un lado, estos conocimientos son implícitamente reconocidos al utilizarlos en la medicina alopática, pero, por otro lado, se les niega la validez para tratar de evitar que compitan con los laboratorios que obtienen grandes ganancias con su venta. La maestra hace visible este entramado de relaciones, mencionando que el asunto de la validez de la medicina indígena, o

⁷ “Nosotros trabajamos desde la planeación comunitaria. Esta planeación comunitaria se hizo porque íbamos a dejar los libros de texto oficiales y porque los padres de familia tenían que entender de dónde se iba a trabajar. Esa planeación sale conjuntamente en una asamblea de padres de familia. Luego se trabaja con los niños para ver qué es lo que ellos piensan y conocer cuáles son sus problemas. Después de eso, vemos cuáles problemas se pueden resolver y los tiempos que se nos va a llevar” (Maestra Tere).

también llamada tradicional, se encuentra atravesado por poderes económicos vinculados a la propiedad intelectual que se atribuyen los laboratorios y que les otorga un poder económico en el marco del sistema neoliberal (Prieto, 2004).

La maestra justifica el desprestigio al que, en algunos casos, han sometido las ciencias eurocéntricas a las lógicas y racionalidades del conocer indígenas sobre la base de las relaciones de poder dominantes en el sistema capitalista. Sin embargo, ella hace una especie de denuncia señalando que, en su comunidad purépecha, muchas personas privilegian el conocimiento y la voz del médico sobre el conocimiento y la voz de la medicina tradicional, a pesar de la validez de la misma. Señala que se suele menospreciar y desacreditar el conocimiento indígena empleando palabras como “brujería”, “charlatanería” o “veneno”. Estas formas normalizadas de nombrar los saberes indígenas y a quienes los practican, parecen mostrar la permanencia conflictiva de repertorios colonizadores que iniciaron en 1492 (Walsh, 2008).

Podría decirse que, para Tere, la construcción de la validez de los saberes indígenas refiere a tensiones y luchas entre sistemas de poder más que entre sistemas de conocimiento. Su preocupación parece ser que los niños de los primeros grados de primaria, indígenas y no indígenas, configuren una mirada histórica del privilegio que se le ha dado al conocimiento científico occidental sobre el sistema de conocimiento indígena, mostrando que, en algunos casos, puede verse que el científico parte del indígena aunque esto no se reconozca porque política y económicamente no conviene hacerlo.

4.5 Entre límites y posibilidades de los sistemas de conocimiento

A continuación, se presentan dos fragmentos de interacciones de clase en las que Tere y Stella construyen con sus estudiantes la legitimidad de los saberes indígenas y afrodescendientes, respectivamente, mediante la identificación de sus fronteras permeables, esto es, de las zonas de contacto donde los límites de un sistema de conocimiento se convierten en posibilidades de existencia para el otro.

La primera secuencia de clase corresponde al momento de interacción en el que la maestra Tere trabaja con los niños el tema del uso de la ruda como planta medicinal.

67. Maestra. Acá tenemos todas estas cosas que nos puede dar el médico y acá tenemos todo lo que nos da la ruda, que sirve para el dolor de cabeza, para el dolor de panza, como dicen ustedes, para el vómito. Lesli hasta me dijo que sirve para la cruda. Y ahora yo les pregunto: ¿las pastillas y la plantita sirven igual?

68. Niños. Sí, noo, sí, noo

69. Maestra. Quien tiene dinero va con el doctor y le dan una pastilla, ¿y se le quita el dolor de cabeza?

70. Niña1. Noo, o bueno sí, pero no más un ratico y otra vez vuelve el dolor de cabeza y si te tomas la ruda ya no te sigue.

71. Niña2. Yo casi no voy, quiere que le paguen mucho dinero, como 200 o más de 200, 500, como 3.000 y uno tiene que gastar mucho en las medicinas. Mejor me planto una plantita y cuando ya esté pues la uso.

72. Niño. Y cuando nos duele la muela, ¿a dónde van a ir?

73. Niños. Pues al dentista.

74. Maestra. Con esto nosotros estamos viendo que tanto la medicina que nos da el doctor como el té de ruda sirven para curar...

En este fragmento de diálogo la maestra Tere y sus alumnos identifican semejanzas y diferencias en cuanto al efecto de tratamientos provenientes de ambos sistemas de conocimiento, sobre un mismo padecimiento. Se puede observar que la maestra orienta a los niños a destacar, por medio de la comparación, las diferencias que hay entre ir al médico o emplear la ruda para curarse. En primer lugar, describe varios de los efectos curativos de la ruda para después preguntar si se obtiene lo mismo de las pastillas que nos puede dar un doctor. Los alumnos primero dudan, pero después relativizan la validez de las pastillas alopáticas al plantear que sirven “pero no más un ratico”, mientras validan la ruda por su efecto más permanente. Las respuestas de las dos niñas aportan argumentos a favor del uso de la ruda que no estaban presentes en el discurso de la maestra en este fragmento. La niña 1 elabora otra diferencia que sirve como justificación para optar por la ruda: con las pastillas “vuelve el dolor de cabeza y si te tomas la ruda ya no te sigue” (Línea 70). El otro argumento habla sobre la diferencia en cuanto a los recursos económicos (dinero) que se requieren para acceder a cada uno de los tratamientos (“el médico quiere que le paguen mucho dinero, como 200 o más de 200, 500, como 3.000 y uno tiene que gastar mucho en las medicinas. Mejor me planto una plantita y cuando ya esté pues la uso”). Los datos concretos que aporta la niña 2 nos indican que ella ha experimentado esta relación de los doctores y los medicamentos farmacéuticos con su costo económico.

Participaciones como estas sugieren que las niñas y los niños con la maestra van construyendo la validez del uso de las plantas medicinales a medida que identifican efectos más perdurables que los de las pastillas y tratamientos menos costosos que los que implica ir al médico y comprar medicamentos. En este ejemplo también está involucrado el poder económico como un criterio para seleccionar un sistema de atención a las enfermedades sobre el otro.

En este diálogo, un niño interviene para interrogar a sus compañeras: “Y cuando nos duele la muela, ¿a dónde van a ir?” (línea 72), como cuestionando la decisión de preferir en todos los casos el uso de las plantas para curar. Con esta participación, el estudiante parece mostrar a sus compañeros y a su maestra que frente a ciertas enfermedades, como el dolor de muela, el dentista es la opción, haciendo ahora visible los límites de la medicina tradicional y las posibilidades de atención que abre la medicina occidental.

Es interesante ver que la maestra, sin eliminar las contradicciones, se vale de esta disyuntiva para explicar “que tanto la medicina que nos da el doctor como el té de ruda sirven para curar”,

reconociendo de alguna manera la validez relativa de cada sistema de conocimiento, en el sentido de comprender que ambos sistemas se complementan.

Este caso parece sugerir que Tere y sus estudiantes configuran y reconfiguran la validez de los sistemas de conocimiento indígenas y eurocéntricos al transitar, o en un ir y venir, entre sus límites y posibilidades dependiendo de cada trastorno y situación. No se plantean conflictos epistemológicos entre ambos sistemas de conocimiento ni mucho menos se pretende llegar a una resolución de los mismos a través de validar una sola verdad. Este proceso vivo y dinámico sugiere que la identificación y comprensión de las lógicas internas de los diferentes sistemas permite a los participantes enriquecer sus puntos de vista al retomar lo mejor de cada uno de ellos y usarlos alternativamente, dependiendo de las condiciones y necesidades de cada situación.

El segundo, y último, fragmento que analizamos sucede bajo la orientación de la maestra Stella. Ella y sus estudiantes se encuentran en la clase de ciencias, trabajando la noción de tiempo desde los saberes afro.

88. Maestra. ... los animales también tienen un tiempo, ¿a quién le gusta el pollo?

89. Niños. A mí sí, a mí no.

90. Maestra. ¿Quién sabe cuánto tiempo se demora un pollo en nacer y crecer para que lo podamos comer? ¿Cuánto?

91. Niños. Dos años, un año, unos meses.

92. Maestra. 6 meses se demora un pollito y ¿cuánto tiempo creen ustedes que se demora en crecer el pollito que nos comemos en la pollería?

93. Niño. 30 días.

94. Maestra. Un poquito más de 30 días. Y ¿por qué creen ustedes que los señores de la industria avícola sacan todo ese pollo, tanto pollo en tan poco tiempo?

95. Niño. Les inyectan un químico a las gallinas para que tengan rápido el huevo, y al pollo le echan muchos químicos para que crezca rápido y se desarrolle. Eso nos enferma.

96. Maestra. Claro, nos enferma. ¿Cuál será su interés? ¿Será porque los niños se están muriendo de hambre y necesitamos darles comida?

97. Niños. Noooo, por el dinero.

98. Maestra. Aquí hay una cosa muy importante y es que los seres humanos por el ansia del dinero alteramos los tiempos de la...

99. Niños. Naturaleza

100. Maestra. Cosas como estas son las que nosotros tenemos que ponernos a pensar, porque hay una cultura que le gusta tanto acumular dinero, y sacan y sacan cosas, aceleran los tiempos y le cambian los tiempos.

101. Niño. Solo piensan en uno mismo, no piensan en el medioambiente ni en los demás.

102. Maestra. Una de las lecciones aprendidas de la etnobotánica es que es importante saber que hay otra forma de entender el tiempo, que hay unas formas diferentes de entender el tiempo y que todas las culturas no manejamos el mismo tiempo. Por eso es que tenemos que empezar a mirar que los indígenas, los gitanos, los africanos, los hindúes tienen conocimiento. Hay muchos conocimientos.

Para abordar la noción de tiempo desde los saberes afro, la maestra Stella ubica como tema central de discusión el tiempo de crecimiento de los animales. A partir de este eje conversacional, la maestra y los niños empiezan a reconocer la diferencia que existe entre el tiempo que necesita un pollo para crecer –“6 meses” –, y el tiempo que se le da a los pollos para venderlos en las pollerías⁸ –“algo más de 30 días–” (líneas 91, 92, 93, 94).

Sobre la base de la identificación de esta diferencia, la maestra Stella orienta a los estudiantes a reconocer el manejo del tiempo en función de la producción de la industria avícola –“¿por qué creen ustedes que los señores de la industria avícola sacan todo ese pollo, tanto pollo, en tan poco tiempo?” (línea 94), como intentando que los niños y niñas se den cuenta de la relación que hay entre la manipulación del tiempo del desarrollo de los pollos y los intereses económicos de la industria avícola.

En esta trama de interrelaciones que la maestra configura entre la industria avícola, la producción de pollos y la manipulación del tiempo. Es interesante notar que un estudiante participa inmediatamente para explicar que los tiempos de estos animales son modificados y alterados por los químicos que se les inyectan para que tengan más huevos y crezcan más rápido (línea 95). El modo como el estudiante establece una conexión estrecha entre las formas de utilizar los conocimientos de la ciencia eurocéntrica –producen químicos que inyectan a los pollos– y los intereses de la industria –tener mayor producción para vender–, muestra que conoce bien la modificación que se realiza comercialmente del tiempo de crecimiento de los pollos con los intereses económicos del mercado capitalista.

Mediante esta conexión, los participantes reconocen que esta modificación de los tiempos del desarrollo de los pollos no necesariamente está en función de mitigar el problema del hambre (problema que afecta de manera directa a muchos niños y jóvenes de esta escuela), sino en el “ansia del dinero” (líneas 97, 98, 100). Reconocen también que la alteración de los tiempos de la naturaleza tiene impactos en el ambiente y la vida de los animales humanos (“nos enferma”) y no humanos (sobreexplotación). Critican que desde dicha lógica y modo de razonar las personas asumen una mirada antropocéntrica e individualista del mundo: “solo piensan en uno mismo, no piensan en el medioambiente ni en los demás” (línea 101).

⁸ Lugar en el que se venden pollos fritos, asados o empanizados.

Luego de identificar algunos de los modos de proceder del sistema capitalista en relación con la modificación de los tiempos de la naturaleza, así como sus intereses económicos e impactos ambientales, la maestra aprovecha el momento para mencionar a los estudiantes que existen múltiples “formas diferentes de entender el tiempo”, nombrando aquellas que operan desde otros supuestos epistémicos y ontológicos como las que provienen de los pueblos afrodescendientes, indígenas e hindúes (línea 102). Nótese como la maestra convierte los efectos negativos de algunas aplicaciones del conocimiento de la ciencia eurocéntrica en posibilidades para reflexionar y decidir sobre qué tipo de conocimientos se utilizan frente a un problema concreto, de manera que se respete y afecte lo menos posible a la naturaleza y a los seres humanos como parte de ella.

Para Stella, como ella misma lo menciona, “no hay un único referente, todas las culturas tienen algo que aportar, pues se trata de robustecer el pensamiento de los pelados⁹, entonces lo que hago es una cosa de la complementariedad”. Pareciera que en esta clase de ciencias los estudiantes tienen la oportunidad de comprender que existe una diversidad epistemológica en el conocimiento sobre el mundo natural (Santos, 2006). En este caso, se cuestiona que en dicha diversidad haya un sistema de conocimiento que modifique los tiempos de la naturaleza y otros, como el indígena, el afro y el hindú, que los respetan.

4.6 Conclusiones

Conocer de cerca aquello que sucede de manera cotidiana en algunas de las clases de ciencias que orientan Tere y Stella en contextos escolares públicos mexicanos y colombianos, nos permitió ver que es posible ofrecer tanto a niños de primaria como a jóvenes de secundaria, indígenas y no indígenas, afros y no afros, de comunidades rurales y urbanas, en aulas multigrado y monogrado, una educación científica sensible a la diversidad cultural, que propenda a crear interacciones dialógicas entre el sistema de conocimiento eurocéntrico dominante y los sistemas de conocimiento indígenas y afrodescendientes, en el espacio-tiempo de la clase de ciencias.

Para Tere y Stella la enseñanza de los sistemas de conocimiento indígenas y de descendencia africana, respectivamente, parece ser un modo de hacer frente tanto a la homogeneidad de concepciones del mundo natural que promulgan los currículos oficiales como a las problemáticas que aquejan a sus comunidades, el hambre, el racismo, el deterioro ambiental, la pérdida de los conocimientos de los abuelos y la salud, entre otros. Pareciera que, por sus historias de vida y por ser originarias de pueblos históricamente segregados, estas maestras asumen el desafío de rescatar, fortalecer y reivindicar sus culturas en las clases de ciencias. No obstante, hay diferencias entre cada una de ellas en la configuración de su trabajo en el aula. Tere, maestra de primaria, se rehúsa a emplear los libros de texto oficiales mexicanos y mediante asambleas comunitarias construye el plan de estudios o plan comunitario, de acuerdo con las necesidades locales. Stella, maestra de secundaria, se esfuerza por trabajar los

⁹ En el contexto colombiano este término es empleado para referirse a las personas jóvenes.

estándares y lineamientos curriculares oficiales colombianos en articulación con los saberes afro, como ella los denomina.

Las maestras con las y los estudiantes muestran que muchos de los sistemas de conocimiento indígenas y afrodescendientes, lejos de ser “supersticiones”, “brujería” o “charlatanería”, responden a lógicas y racionalidades distintas a las occidentales, pero también válidas en la vida cotidiana, y los legitiman por su efecto práctico (curación con ruda). En las dos aulas, la validez de estos sistemas de conocimiento se construye en interacción con el sistema de conocimiento eurocéntrico sin que se descarte de manera general ninguno de los dos. Sobre esta base, podría decirse que en estas clases de ciencias la pertinencia de cada sistema de conocimiento para una situación concreta se analiza y configura en la relación con el otro y en función de su efecto en la práctica concreta. Así, los conocimientos indígenas y afros se legitiman en interacción con las ciencias eurocéntricas, y las ciencias eurocéntricas se legitiman en diálogo con los conocimientos indígenas y afros.

En estas múltiples interacciones dialógicas, los participantes exploran de manera activa y creativa las lógicas internas de cada sistema de conocimiento mediante diferentes estrategias. Por un lado, concluyen que la falta de legitimidad atribuida socialmente a los conocimientos indígenas y afrodescendientes es en gran medida atribuible a las relaciones asimétricas que provoca el privilegio del conocimiento occidental por su relación con los intereses del mercado capitalista, desacreditando los conocimientos locales. Así también se hace notar las desigualdades sociales que esto contribuye a provocar.

Vemos que, a la par de la identificación de estas tensiones, las maestras junto con sus estudiantes transitan, en un ir y venir, entre los límites y las posibilidades de cada sistema de conocimiento. Mediante el establecimiento de comparaciones, los participantes identifican las diferencias de cada sistema –formas de proceder, usos, intereses, modos de entender y de relacionarse con la naturaleza, impactos y alcances– y con ello, sus límites y posibilidades en cada contexto concreto. En este proceso, los límites de un sistema se comprenden como posibilidades de existencia del otro. Bajo estas interacciones, la validez de los sistemas de conocimiento indígenas, afros y eurocéntricos no son absolutas sino parciales, provisionarias y situadas; los conocimientos sirven según los contextos de uso, y en ocasiones se pueden complementar.

Los análisis también muestran que las maestras y los estudiantes configuran la validez de los saberes indígenas a través de experiencias que se movilizan hacia el aula, provenientes de espacios y tiempos distintos, como puede apreciarse en el caso de Tere. En estos momentos, la validez de estos conocimientos parece referir a la comprobación empírica de los efectos curativos de las plantas, esto es, sirven para curar. Cuando ello sucede, los estudiantes de secundaria le otorgan la categoría de *científico*, como en un intento de mostrar que tienen similitudes con la ciencia eurocéntrica y ponerlos en igualdad de condiciones.

En este entramado de múltiples interrelaciones, la validez de los sistemas de conocimientos indígenas y afrodescendientes presentados, son una construcción relacional y de

complementariedad, es decir, contextos de comunicación donde las maestras y sus estudiantes convierten estos sistemas en objeto de reflexión mediante asociaciones con la ciencia eurocéntrica.

En este proceso, los niños y niñas de primaria y las y los jóvenes de secundaria aprenden a interrogar, evaluar y confrontar los diferentes sistemas de conocimiento para retomar lo mejor de estos, así como a tomar decisiones y justificarlas según sea la situación concreta que se les presenta. Los alumnos también pueden aprender a reconocer y legitimar sus propios saberes y a valorarlos como la institución escolar no siempre lo hace. Con ello no solo se contribuye a que ellos reconstruyan y respeten su propia identidad cultural, sino a propiciar la formación de actitudes de comprensión por el otro, por el diferente.

Descubrir que los niños y los jóvenes de estas escuelas públicas de México y Colombia tienen la oportunidad de comprender y apreciar el valor de la diversidad epistémica en las clases de ciencias, invita a repensar los alcances de la educación científica intercultural y de las investigaciones que sobre este campo se desarrollan. Brindar una educación científica intercultural, como se muestra en los análisis, no se reduce a la tolerancia de la diferencia ni a subsumir los sistemas de conocimiento diversos dentro de la lógica dominante de la ciencia occidental como ocurre en las perspectivas asimilacionistas (Candela, 2013), como tampoco a la enseñanza de los conocimientos indígenas y afrodescendientes exclusivamente a niños y jóvenes indígenas y de descendencia africana. Se trata más bien de comprender que todas las culturas aportan conocimientos válidos y de legitimar en las aulas que podemos construir formas diversas de entender, hacer y convivir en la naturaleza. Configurar en el espacio-tiempo de la clase de ciencias una enseñanza multiepistémica, en el sentido de “construir un mundo donde quepan todos los mundos” (Ejército Zapatista de Liberación Nacional [EZLN], 1996) y en el que, en cada caso, se pueda decidir cuál es el conocimiento más pertinente, parece ser el gran desafío.

Referencias

- Aikenhead, G. & 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. S. & Michell, H. (2011). *Bridging cultures: Scientific and indigenous ways of knowing nature*. Canada: Pearson Canada.
- Aikenhead, G. & Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education*, 2(3), 539-620.
- Baker, J. J. (2016). *Learning to relate: an exploration of Indigenous Science Education* (Doctoral dissertation, University of British Columbia, Canada).
- Bajtín, M. (1989). *Teoría y estética de la novela* (H. Kriúkova y V. Cazcarra, trads.). Madrid, España: Taurus.
- Ball, J. (2012). Identity and knowledge in Indigenous young children's experiences in Canada. *Childhood Education*, 88(5), 286-291.
- Caicedo, J. & Castillo, E. (2012). *Infancias afrodescendientes: Una Mirada pedagógica y cultural. Curso para agentes educativos de educación inicial. Modalidad semipresencial. Módulo 8*. Bogotá, Colombia: Editorial Kimpres Ltda.

- Candela, A. (1999). *Ciencia en el Aula: Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós Educador.
- Candela, A. (2001). Corrientes teóricas sobre discurso en el aula. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. VI(12), 317-333.
- Candela, A. (2013). Dialogue between cultures in Tzeltal teachers' cultural discourse: co-construction of an intercultural proposal for science education. *Journal of Multicultural Discourses*.
<http://dx.doi.org/10.1080/17447143.2012.756492>
- Castellano, M. B. (2000). Updating aboriginal traditions of knowledge. In G. J. S. Dei, B. L. Hall, & D. G. Rosenberg (Eds.), *Indigenous knowledges in global contexts* (pp. 21-36). Toronto, ON: University of Toronto Press.
- El-Hani, C. & Bandeira, F. (2008). Valuing indigenous knowledge: to call it "science" will not help. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 751-779.
- Erickson, F. (1986). Qualitative Methods in research on teaching. En M. Wittrock, *Handbook of research on teaching. A project of the AERA* (pp. 119-161). New York, NY: Mc Millan.
- Escobar, A. (2005). *Más allá del tercer mundo. Globalización y diferencia*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Antropología e Historia / Universidad de Cauca.
- Ejército Zapatista de Liberación Nacional. (1996). Intervención de Marcos en la mesa 1 del Encuentro Intercontinental. 30 de julio.
- Geertz, C. (1987). *La interpretación de las culturas*. México: Gedisa.
- Godenzi, J. C. (Comp.). (1996). *Educación e Interculturalidad de los Andes y la Amazonia*. Perú: Estudios y Debates Regionales Andinos.
- Gondwe, M. & Longnecker, N. (2015). Scientific and cultural knowledge in intercultural science education: Student perceptions of common ground. *Research in Science Education*, 45(1), 117-147.
- Hatcher, A. (2012). Building cultural bridges with Aboriginal learners and their 'classmates' for transformative environmental education. *Journal of Environmental Studies and Sciences*.
- Mercado, R. (2002). *Los saberes docentes como construcción social. La enseñanza centrada en los niños*. México D. F., México: Fondo de Cultura Económica.
- Ogay, T. & Edelmann, D. (2016). 'Taking culture seriously': implications for intercultural education and training. *European Journal of Teacher Education*.
- Peña, P. & Blanco, H. (2015). Reflexiones sobre cultura, currículo y matemáticas. En R. Cortina y K. De la Garza (Comp.), *Educación, pueblos indígenas e interculturalidad en América Latina*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
- Prieto, G. (2004). Conocimiento indígena tradicional: el verdadero guardián del oro verde. *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia*, 18(35), 132-164.
- Quijano, A. (2000). *Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina*.
- Richards, J. (2008). Closing the Aboriginal/non-Aboriginal education gaps. *CD. Howe Institute Backgrounder*, 116, 1-13.
- Rex, L. & Green, J. (2007). Classroom discourse and interaction, Reading across the traditions. En B. Spolsky & F. Hult, *International Handbook of Educational Linguistics* (pp. 571-584). Londres, UK: Blackwell.
- Rockwell, E. (2009). *La experiencia etnográfica. Historia y cultura en los procesos educativos*. México: Paidós.
- Santos, B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Ediciones Trilce.
- Santos, B. (2006). *Renovar la teoría crítica y reinventar la emancipación social (encuentros de Buenos Aires)*. Buenos Aires, Argentina: CLACSO.
- Santos, B. (2007). *The rise of the global left. The world social forum and beyond*. Londres, UK: Zed books.
- Santos, B. (1987). *Un discurso sobre as ciencia*. Porto, Portugal: Afrontamiento.

- Southerland, S. A. (2000). Epistemic universalism and the shortcomings of curricular multicultural science education. *Science Education, 9*, 289-307.
- Vásquez, C. (2012). Clasificación por categorías térmicas de las plantas medicinales, en el sistema tradicional de salud de la Comunidad Afrodescendiente de Palenque San Basilio, Bolívar, Colombia (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia).
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Walsh, C. (2007). ¿Son posibles unas ciencias sociales/culturas otras? Reflexiones en torno a las epistemologías decoloniales. *Revista Nómadas, 26*, 102-113.
- Walsh, C. (2008). Interculturalidad, plurinacionalidad y decolonialidad: las insurgencias político-epistémicas de refundar el Estado. *Tabula Rasa, 9*, 131-152.
- Walsh, C. (2009). *Interculturalidad, estado, sociedad: luchas (de) coloniales de nuestra época*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Whitt, L. & Chambers, D. (2014). Knowledge Systems of Indigenous America. *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures* (pp. 1-24).
- Woolnough, B. (1996). On the fruitful compatibility of religious education and science. *Science & Education, 5*(2), 175-183.

CAPÍTULO 5

Diseño de propuestas didácticas para una enseñanza de la ciencia intercultural: reflexiones a partir de una experiencia con estudiantes y maestros en los altos de Chiapas, México

José de la Cruz Torres Frías¹
cruzfrías@gmail.com

Alma Adrianna Gómez Galindo¹
adriannagomez@yahoo.com

Alejandra García Franco²
alegfranco@gmail.com

Leonardo González Galli³
leogali@gmail.com

¹Unidad Monterrey - Cinvestav
México.

²Universidad Autónoma Metropolitana.
México.

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto de Investigaciones CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires
Argentina.

Contenidos

Resumen

5.1 Introducción

5.2 Fundamentación teórica y descripción de la secuencia didáctica

5.3 Contexto y metodología

5.4 Resultados

5.5 Las prácticas de cultivo: espacio posible para el diálogo intercultural

5.6 Obstáculos para el diálogo

5.7 Retos a solventar

5.8 Discusión y conclusiones

5.9 Implicaciones para la práctica docente e investigativa

5.10 Agradecimientos

Referencias

Diseño de propuestas didácticas para una enseñanza de la ciencia intercultural: reflexiones a partir de una experiencia con estudiantes y maestros en los altos de Chiapas, México

Resumen

En el presente capítulo discutimos sobre lo que ocurre cuando se implementa una secuencia didáctica con enfoque intercultural que pretende propiciar un diálogo entre saberes tradicionales y los científicos escolares, a propósito de la enseñanza de la evolución biológica. En dicha secuencia planteamos la selección artificial del maíz como analogía mediadora para la comprensión de la selección natural. En su implementación recuperamos las voces de tres actores claves: docentes, estudiantes e investigadores. Tras un análisis de contenido identificamos y caracterizamos los espacios de diálogo intercultural, en que las prácticas de cultivo se vislumbran como elementos de conocimiento que propician el diálogo. Al respecto, los estudiantes describen sus prácticas de cultivo sin establecer relaciones con el conocimiento científico escolar. Los profesores utilizan un formato argumentativo en sus explicaciones, con un contenido sostenido tanto en el saber experiencial (tradicional) como en el científico escolar, dando con ello validez a sus argumentos. Los investigadores identifican obstáculos culturales y retos relacionados con cómo presentar la ciencia a grupos indígenas.

5.1 Introducción

México es un país culturalmente diverso. Más del 6% de la población total del país pertenece a uno de los 64 grupos indígenas que hablan más de 365 variedades de lenguas. En el artículo segundo constitucional, se sostiene que “la nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas”. A pesar de este reconocimiento, el sistema educativo ha hecho poco por respetar y reconocer los saberes de los pueblos indígenas e incorporarlos al currículo nacional. De hecho, durante mucho tiempo su objetivo fue más bien integrar y asimilar a aquellos que hablaban una lengua diferente al castellano (Ferreiro, 1994). No es sino hasta la década de 1990 que, en México, se empieza a pensar en la necesidad de incorporar la interculturalidad como una perspectiva relevante en la educación. La Coordinación de Educación Intercultural y Bilingüe sostiene que la perspectiva intercultural en educación “reivindica el reconocimiento del derecho a la identidad cultural y a la convivencia equitativa y respetuosa de diferencias lingüísticas y culturales, de diversas formas de construcción y transmisión de conocimiento”¹⁰. En la práctica, sin embargo, la educación intercultural está muy lejos de sus propósitos y actualmente existen pocos enfoques y materiales que apoyen a los docentes en este proceso, sobre todo en el área de las ciencias naturales (García Franco, 2015).

El presente capítulo se deriva de un trabajo de investigación orientado al desarrollo de propuestas y materiales didácticos para la educación científica intercultural, que generen diálogo entre saberes tradicionales y científicos escolares. Esto lo realizamos con apoyo en la

¹⁰<http://eib.sep.gob.mx/cgeib/la-interculturalidad/>

construcción, implementación y análisis de una unidad didáctica sobre el tema de evolución biológica, en tanto eje vertebral del pensamiento biológico, y del cultivo en la milpa, como elemento central de la vida social, ritual y cultural de los pueblos originarios en México.

El cultivo de maíz en forma de milpa, es decir, asociado al frijol y la calabaza, fue un factor fundamental en la constitución de las sociedades mesoamericanas (Carrillo Trueba, 2010) y actualmente se reconoce como una estrategia para conservar la biodiversidad y la seguridad alimentaria de los pueblos campesinos de esta región (Álvarez-Buylla, Carreón, & San Vicente, 2011). La diversidad del maíz, emanada de su proceso de domesticación, es producto de un proceso de selección e intercambio de semillas que se ha dado a lo largo de miles de años (Kato, Mera, Mapes, Serratos, & Bye, 2009). Por ello creemos que es muy relevante que este conocimiento (del que los pueblos indígenas actuales son portadores) se reconozca y valore en la escuela. Al proponer entonces el diálogo entre los modelos escolares de evolución (específicamente selección natural y artificial) y el conocimiento relacionado con la milpa y la domesticación del maíz en espacios escolares, consideraremos cómo se establecerán relaciones entre cada una de esas modalidades de conocimiento.

En este capítulo presentamos las voces de tres actores fundamentales en la implementación de esta propuesta: docentes, estudiantes e investigadores. A través de estas voces hemos buscado identificar y caracterizar estos espacios de diálogo y con base en ellas discutimos lo que ocurre cuando una propuesta didáctica para la enseñanza de las ciencias con enfoque intercultural es llevada al aula. Primero planteamos los marcos desde los cuales se generó la secuencia didáctica implementada y hacemos una descripción breve de la misma. Posteriormente indicamos los datos que tomamos para escuchar las voces de docentes, alumnos e investigadores, y la forma en que estas fueron analizadas así como las categorías que nos permiten identificar los espacios de diálogo. Presentamos después algunos extractos de discurso y su interpretación. Al término del capítulo planteamos la discusión y algunas reflexiones finales.

5.2 Fundamentación teórica y descripción de la secuencia didáctica

Para el abordaje de nuestra propuesta, diseñamos una unidad didáctica cuyo soporte teórico articula estudios que se plantean en el marco de la educación intercultural y los realizados en torno a la enseñanza de la ciencia desde la perspectiva de la modelización. Asumimos una perspectiva epistemológica pluralista (Olivé, 2007) como posibilidad para el diálogo entre conocimientos, la cual reconoce la legitimidad de los saberes tradicionales para conocer el mundo y resolver problemas que han emergido en él, con apoyo –o no– en los conocimientos científicos tecnológicos.

Consideramos que el eje central de la secuencia didáctica sería la enseñanza de la evolución biológica, y planteamos la selección artificial del maíz como analogía mediadora para la selección natural. Las analogías mediadoras se utilizan cuando las concepciones alternativas de los estudiantes se encuentran muy alejadas del conocimiento que se espera aprendan (Clement, 1993). En este caso la selección natural resulta de difícil acceso para los estudiantes; un paso

intermedio puede ser la comprensión de la selección artificial, la que posteriormente puede usarse como base analógica o analogía mediadora para introducir la selección natural.

El diseño de la secuencia didáctica (Sanmartí, 2000) incluye cuatro fases: exploración, incorporación de nuevos puntos de vista, síntesis y aplicación¹¹. La secuencia se revisó con profesores de educación secundaria bilingüe, quienes propusieron algunos cambios, incorporándose antes de la aplicación.

Dicha secuencia abarcó¹²:

Fase	Actividad	Producto
Exploración	1.- Presentación de investigadores y estudiantes.	Escrito de saberes sobre cultivo la milpa y el maíz.
	2.- Comunicación de objetivos.	
	3.- Recuperar por escrito el proceso de siembra y cuidados de la milpa. Identificar variedades de maíz que siembran, y cómo se ha generado esa diversidad de maíz.	Elaboración de papelógrafo sobre usos del maíz y cuidado de la milpa.
Introducción de nuevos puntos de vista	1.- Recuperar usos del maíz y proceso de selección para la siguiente siembra en su comunidad.	Descripción oral del cultivo del maíz, selección, almacenaje y cuidado para la siembra.
	2.- Juego de selección artificial por equipos.	Escrito de explicaciones de lo que sucede en el juego, y discusión grupal y reporte escrito de lo que ocurrió en el juego.
	3.- Presentación de ilustraciones y explicación sobre el proceso de reproducción del maíz: introducir ideas de genética, polinización, herencia y reproducción.	Discusión grupal.
	4.- Presentación de imágenes del Teocinte, maíz ancestral y las diferencias y similitudes con la mazorca de maíz actual.	Escrito donde agregan a sus explicaciones nuevos elementos abordados.
	5.- Recuperar aspectos de la milpa como ecosistema y el concepto de población.	
Cierre		

5.3 Contexto y metodología

La secuencia didáctica fue diseñada por tres investigadores educativos, dos de México y uno de Argentina, y fue implementada en tres localidades distintas en la zona de los altos del estado de Chiapas, en México, el que es considerado de mayor diversidad cultural en México. Las lenguas

¹¹ Las fases de síntesis y aplicación no fueron desarrolladas debido a falta de tiempo, se realizó solo un cierre de actividades retomando lo visto y qué se aprendió.

¹² Para mayor descripción y justificación de la secuencia ver: Gómez Galindo, García Franco, & González Galli, 2014.

indígenas predominantes son el tzeltal y el tzotzil, y si bien la mayoría de los jóvenes en el sistema escolar hablan castellano, esta no es su lengua materna.

Dos de las investigadoras (Adela y Sofía) estuvieron presentes en su implementación con tres grupos de actores: a) una profesora (Raquel) y su grupo de estudiantes tzotziles de segundo grado de telesecundaria; b) un profesor (Daniel) y su grupo de estudiantes multiculturales (tzeltales, tzotziles y mestizos) del mismo grado que el anterior; y c) un grupo de profesores de telesecundaria de zonas indígenas. Los profesores participantes han recibido formación continua sobre enseñanza de las ciencias con el auspicio del Programa Adopta Un Talento (Pauta).

Para dar cuenta de lo que ocurre en el aula al implementar la secuencia didáctica, fue necesario generar un vínculo de colaboración estrecho entre investigadoras y profesores frente al grupo de quienes conocen a los estudiantes y la comunidad. Por ello se asumió una aproximación de investigación basada en el diseño o “research based design” (Shattuck & Anderson, 2013), cuyo objetivo es generar recomendaciones de aplicación de actividades a través del análisis, diseño, e implementación iterativa de iniciativas educativas.

Como parte de esta investigación, recuperamos el punto de vista de los actores involucrados, utilizando diversas estrategias metodológicas. Los datos obtenidos y la línea del tiempo se muestran en la Figura 1.

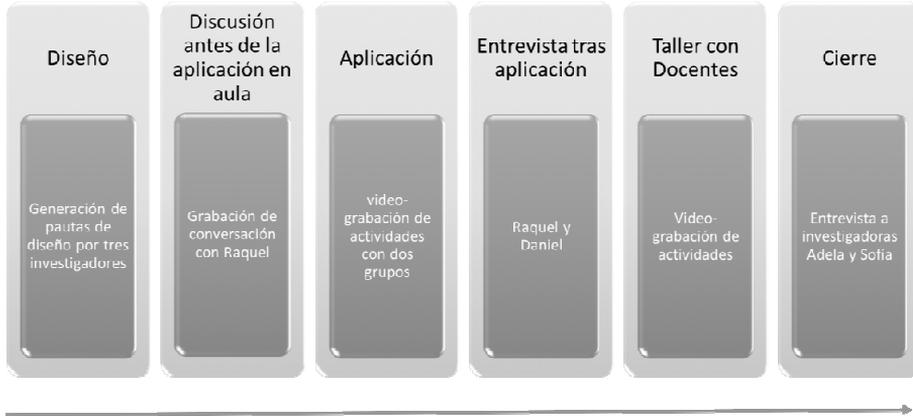


Figura 1. Estrategia de obtención de datos, actores involucrados y línea del tiempo.

Transcribimos los diferentes tipos de datos y realizamos un análisis de contenido (Mayring, 2000). Para aumentar la confiabilidad cada autor de este capítulo propuso una primera categorización emergente de los datos; en una primera reunión se buscaron coincidencias y se discutieron los resultados. Se realizó una segunda categorización de forma independiente y, finalmente en una tercera reunión, se definieron tres categorías claves. Se utilizó así un análisis

recursivo (Erickson, 2003), en el que buscamos obtener categorías a partir de los datos, pero también dotar de sentido a la actividad en su conjunto. Las categorías identificadas son: a) prácticas de cultivo; b) obstáculos para el diálogo; y c) retos a solventar. En cada una de ellas presentamos de manera triangulada el punto de vista de los actores asociado a su contexto de participación, y realizamos una primera interpretación de los datos.

5.4 Resultados

5.5 Las prácticas de cultivo: espacio posible para el diálogo intercultural

Durante la aplicación de la secuencia percibimos que “las prácticas de cultivo” de docentes y estudiantes, es decir, su conocimiento experiencial y compartido en la comunidad, puede fungir como un escenario posible para la construcción de un diálogo intercultural, entendiendo este diálogo no solo relacionado con el contenido, sino también con las formas textuales o de comunicación, como lo señala la investigadora Adela:

La cultura no solo son las palabras y los conocimientos, sino también las prácticas. Yo insisto, la ciencia no es solo el gen, la mutación y las leyes de Mendel, sino también cómo se piensa, hábitos de razonamiento; también generación de preguntas, hábitos de respuestas, discusión de posturas.

Considerando esto vemos cómo un grupo de profesores del taller comentan respecto a la práctica de cultivo del maíz y dejan entrever su *modus operandi*, sus hábitos de razonamiento y de construcción de explicaciones, como se ilustra en los comentarios del profesor Enrique en el taller:

Lo que yo decía hace rato es eso, que en cualquier tipo de variedad de maíz siempre hay mazorcas pequeñas entre las grandes. A veces nos vamos por el tamaño para seleccionar y sembrar, pero yo he hecho experimentos con mazorcas chiquitas y me dan grandes. En ocasiones he sembrado puro amarillo y sale pinto, y en algunos casos sale pintadito de rojo, de dónde vino, quién sabe. Supongo que tiene que ver con la polinización, depende si fue bien polinizado o no.

Yo puedo agarrar una mazorca chica y me puede dar una producción de más grandes, entonces va depender mucho del tipo de tierra, del cuidado que se le dé y de la polinización, hay factores biológicos que inciden en que se vaya mejorando la semilla.

Sobre este mismo asunto el profesor Javier en el taller dijo:

Totalmente de acuerdo con lo que decía la investigadora Sofía, que la genética tiene mucho que ver en esto, pero, también lo que comentaba, un factor muy importante es el clima.

En los comentarios de estos profesores se percibe que en sus prácticas de cultivo del maíz prevalece la tradición de seleccionar las mazorcas –a veces las más grandes– para la siguiente siembra, separar granos de color para su siembra por separado realizando prácticas de selección artificial; asimismo toman en cuenta la polinización, el clima (lluvia/sol/granizo), surgimiento de plagas, desgaste de la tierra y rotación de cultivos. También consideran las fases lunares para la siembra, como profundiza el profesor Enrique durante el taller:

También he hecho el experimento en las fases lunares ... Si siembro en luna llena se desarrolla muy bien; el que se siembra en luna tierna sí da, pero se pudre.

En los comentarios anteriores se aprecia la posibilidad de diálogo intercultural. Por un lado Enrique y Javier hablan de la experimentación y usan lenguaje científico; asimismo el profesor Enrique realiza procesos de selección artificial de forma consciente. Sin embargo, posteriormente él mismo comenta sobre “el experimento en las fases lunares”, tradición proveniente de la cultura local y no de la científica. Esta mezcla de elementos en su argumentación da cuenta de cómo en este tema se establecen puentes y conexiones entre diferentes tipos de conocimiento para explicar.

Remitiéndonos al extracto inicial de Adela, identificamos elementos a los que ha aludido la investigadora respecto a formas de pensar. En los señalamientos del profesor Enrique se puede percibir la presencia de ciertas prácticas congruentes con el proceder científico, por ejemplo, la realización de experimentos en el cultivo del maíz, curiosidad por explorar qué ocurre cuando se siembra en determinado tiempo y cierto tipo de maíz, intervenir en el mundo –en este caso para mejorar la semilla y fertilizar la tierra-, plantearse preguntas, controlar variables como tamaño y color de grano, y plantearse hipótesis causales frente a una buena o mala cosecha (por el clima, el desgaste de la tierra, surgimiento de plagas o fase lunar), las cuales son retomadas por las investigadoras, como se ilustra en los comentarios siguientes de la investigadora Adela en el taller:

Esta curiosidad por explorar e intervenir en el mundo de manera dirigida es una característica de la actividad científica. Este control de variables ..., esta idea de intervenir... .

Un elemento importante en la explicación científica es que se basa en evidencias, en datos, pero también en preguntas relevantes, y bueno, estas preguntas pueden ser relevantes para la comunidad.

Yo me quedé con la duda si han estado trabajando (con sus alumnos) este tema de planteamiento de hipótesis, porque salió en los tres equipos y esto tiene que ver con las prácticas científicas.

Ese *modus operandi* puesto en acción nos permite apreciar que estos profesores de telesecundaria en zonas indígenas siguen el formato discursivo científico: elaboración de experimentos, planteo de hipótesis, control de variables, etc., lo cual favorece que construyan explicaciones sobre el cultivo del maíz y su diversidad con un contenido fundamentado en el saber experiencial (tradicional), y cuyo resultado es una posibilidad de diálogo intercultural. Esto

se sostiene en el hecho de que mientras los profesores afianzan sus saberes en la vivencia (experiencia), con escaso registro y control de lo ocurrido –como se pudo apreciar en los comentarios del profesor Enrique párrafos arriba–, construyen explicaciones predominantemente intuitivas. Esto lo hace notar la investigadora Adela a los profesores del taller:

Los científicos y las científicas se hacen estas preguntas, diseñan experimentos, intervienen en el mundo de manera dirigida, toman datos, reelaboran.

Las construcciones que hacen los y las científicas son contraintuitivas, y por eso son tan difíciles, porque por eso generalmente van en contra de lo que la intuición nos dice.

La relación saberes cotidianos, científicos y tradicionales pudiera ser un elemento interesante para establecer un diálogo (sobre este tema discutimos en la siguiente sección). En este caso la recuperación y valoración de los saberes locales y su posicionamiento en la explicación queda como parte de los retos de aprendizaje de las investigadoras.

En el caso de los estudiantes, sus saberes vivenciales sobre el cultivo del maíz son la base para referir sus prácticas tradicionales, sin embargo, no llegan a construir explicaciones donde pongan en relación saberes tradicionales y saberes científicos-escolares, y no generan relaciones causales sino descripciones de sus prácticas. En este caso está ausente el diálogo intercultural, como se aprecia en la exposición de un equipo de estudiantes de la profesora Raquel sobre su conocimiento de la milpa:

Se hacen comidas y bebidas, tamales con chipilín, tostadas de maíz con frijol negro, tortillas, tamales, atole agrio, piété de maíz. Tipos de maíz que conoces y se siembra en tu comunidad: el amarillo, el negro, rojo, blanco. Herramientas y materiales que se utilizan para sembrar y cosechar: el azadón, la coa, machete, barreta, sembrador, rastrillo, bomba de fumigación. Lo que se debe hacer para sembrar y cosechar maíz: primero limpiar el terreno para la siembra, preparar la semilla, sembrar la barreta, al terminar de sembrar viene la fumigación para matar el monte, sale la matita de maíz, se hace una segunda fumigación cuando está de un metro, viene la tercera fumigación cuando ya está seco el maíz. Después se empieza a tapiscar, luego viene la desgranadora y se saca los granitos, luego comer.

Sobre este modo de proceder de los estudiantes durante sus explicaciones sobre el cultivo del maíz, la investigadora Sofía comentó:

El conocimiento que plantea la secuencia en términos de la genética y del proceso de selección artificial, de contenido científico, me fue muy evidente que está muy lejos el nivel de los niños del grupo de Raquel, y también en esos niños me pareció que esta idea de explicar está muy lejos, no es tan obvia, entonces la secuencia tiene que ir mucho más despacito.

Esta situación de descripción de las prácticas de cultivo del maíz, de escasa construcción de explicaciones y discordancia entre saberes vivenciales y saberes científicos-escolares percibida en estos estudiantes, puede ser el resultado de una diversidad de factores. Por ejemplo, que en el contexto de las telesecundarias el profesor no solo imparte asignaturas de ciencias, sino todas las asignaturas del plan de estudio, donde hay que priorizar y dejar de lado contenidos, como señaló la profesora Raquel: “al tener trabajo docente en Telesecundaria implica atender todas las asignaturas”.

También puede suceder que, por esa misma situación, los profesores se vean en la necesidad de abordar superficialmente temas científicos-escolares de biología, como se ilustra en el comentario de la profesora Raquel: “[de selección natural] no vimos mucho”. Otro factor de importancia puede ser que en el desarrollo de las clases los profesores enfatizan en sus estudiantes la práctica de describir en lugar de construir explicaciones, como se ilustró con el contenido de la exposición de los estudiantes. A su vez puede influir la presencia de conocimientos científicos escolares endebles en los alumnos, como señala la investigadora Sofía:

Comprender la selección artificial y la selección natural es abstracto y complejo, requiere poner en juego algunos conocimientos antecedentes que algunos de estos grupos no lo manejan muy bien.

Por otra parte, durante el desarrollo del taller con el grupo de profesores se les solicitó que en equipos diseñaran una propuesta de juego, similar a la simulación de selección artificial construida por los investigadores, sin perder de vista el contenido del cultivo del maíz y el proceso de selección artificial. Allí ocurrieron interlocuciones interesantes, de las cuales presentamos un episodio ilustrativo donde se ponen en relación los saberes tradicionales con los científicos escolares como indicios de diálogo intercultural.

En los diseños de juego propuestos por cada equipo (3) prevaleció la variable “color”, a diferencia de la variable tamaño abordada en la simulación presentada. Durante la explicación grupal de esos diseños emergieron dos modalidades de diálogo, uno a manera de intercambios prístinos de ideas y otro en formato de interlocuciones violentas, hasta cierto grado impositivas –semejante a una disputa–, este último ocasionado por el contraste de visiones y elementos usados en la explicación.

La investigadora Sofía plantea el cuestionamiento siguiente: “yo sí quisiera que pensáramos algunas ideas, ¿estamos seguros de que maíz rojo con maíz amarillo me da maíz naranja?, a lo que el profesor Efraín respondió: “no, es una hipótesis”.

Enseguida la investigadora Sofía insistió en la idea siguiente:

Entonces están pensando que los colores primarios, que cuando yo mezclo dos cosas siempre me va a salir exactamente como la mitad, digamos la combinación. Pero, ¿ustedes creen que eso ocurra en términos de la genética? Aquí sí vale mucho la pena

pensar si la mezcla de colores, por ejemplo, es igual que la mezcla de genes, porque eso es lo que estaríamos diciendo ¿no?, que mezclar colores es lo mismo que mezclar genes.

El profesor Ricardo respondió:

Yo siento que solo en las pinturas nada más hemos comprobado que si junto amarillo con rojo sale naranja, pero en lo que es la siembra del maíz no sé, no es igual a la pintura.

La investigadora Adela intervino y precisó que el color no es determinado por un gen, como asumen los profesores en su discurso, sino por un conjunto de genes, donde la explicación con base en las leyes de Mendel no resulta del todo pertinente, como se aprecia enseguida:

El color no está determinado por un gen, sino por un conjunto de genes, entonces no se maneja con las leyes de Mendel, y tampoco el tamaño, porque Mendel lo que encontró es que habían ciertas características que estaban determinadas por un gen.

Esta especie de corrección hecha por las investigadoras sobre las propuestas de los profesores provee pistas sobre los posibles saberes que socializan los docentes en sus clases de ciencia y sobre los cuales los estudiantes construyen sus conocimientos científicos escolares.

En la generación de juegos de selección artificial, los profesores del taller dejan de lado las reglas del juego marcadas por el saber científico y parece que buscan otras reglas, por ejemplo asociadas a mezcla de colores, al desarrollo de la creatividad de los alumnos y el juego, elemento importante para los docentes, como se verá más adelante. En este caso, podríamos afirmar que el diálogo se presenta en forma de contradicción de visiones.

5.6 Obstáculos para el diálogo

El uso de la lengua

Si bien el tema de la milpa y la selección artificial como eje vertebral de la secuencia implementada son considerados por los profesores como pertinentes, tanto para recuperar los saberes tradicionales como para propiciar espacios de interlocución intercultural. En su implementación con los estudiantes y el grupo de profesores en el taller, emergieron ciertos aspectos problemáticos, que, por su naturaleza, pueden ser considerados como obstáculos culturales, es decir, ausencias notorias de elementos culturales que generan impedimentos, entorpecimientos o interferencias en la construcción de relaciones (diálogo) entre saberes tradicionales y los científicos escolares.

Uno de ellos es el carente dominio formal de la lengua de los otros para la construcción de un diálogo académico sobre contenidos escolares a propósito de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. En esta experiencia, profesores e investigadoras manifiestan un incipiente acercamiento a la lengua tzotzil, y los estudiantes, aunque hablan castellano, su dominio es insuficiente como para establecer un diálogo intercultural. Al respecto la profesora Raquel comentó:

Algunas exposiciones las hemos hecho en tzotzil, aunque no entienda mucho. Yo me topo a veces con cosas de cómo digo esto para que me entiendan. De hecho, tengo un plan y nunca lo hice este año, que todos mis conceptos claves de física investigarlos en términos de la cultura tzotzil. Pero ahora vi que también los de biología.

Por su parte, la investigadora Sofía expresó lo siguiente:
La enseñanza de las ciencias descansa mucho en lo verbal, y aquí hay muchas escuelas en las que los niños si bien hablan español, no es su lengua y muchas veces no se comunican bien en español, eso creo lo hace muy difícil.

Si bien la escritura en castellano es el recurso comunicativo más utilizado en el aula, el juego se ha convertido en una mediación educativa recurrente por profesores, estudiantes e investigadoras en el desarrollo de las actividades escolares para propiciar interlocuciones incipientes, como señala la profesora Raquel: “los juegos a mí me parecen perfectos, porque a ellos eso que sea de hablar no les gusta, son más juegos”; y lo reafirma el profesor Daniel: “como que captan más el que ellos manipulen los materiales, que a partir del juego puedan percibir cosas que ya saben”.

Relación entre saberes

Otro aspecto problemático presente es la interferencia o posible imposición de los saberes tradicionales de estudiantes y profesores sobre la milpa, frente a concepciones científicas sobre crecimiento, tamaño, reproducción y herencia biológica; donde el saber experiencial prevalece en la construcción de explicaciones, se antepone la vivencia o bien se retorna a ella de manera recurrente en dicha construcción, como se aprecia en los señalamientos de la investigadora Adela:

Acá lo que interfiere, por llamarlo de alguna manera, es ese conocimiento de que si fertilizan la tierra, si hay buena temporada de lluvia, los elotes van a ser más grandes.

La experiencia que los alumnos y los profesores tienen sobre la propia milpa y el crecimiento de las mazorcas de maíz, influye mucho en sus concepciones de crecimiento y tamaño.

Al respecto la investigadora Sofía comenta: “con los profesores me fue muy evidente que el conocimiento científico está muy lejos”.

El peso de la vivencia sobre el cultivo del maíz es tal, que la experiencia se asume como criterio de validez del saber, donde las explicaciones científicas existentes sobre la temática se descartan o invalidan frente a esa experiencia, como lo señala el profesor Enrique en el taller:

Yo voy hacer un comentario sobre el tamaño de la mazorca. La más pequeña se da en cualquier variedad, no es que exista un tamaño así. Depende qué tan desnutrida esté la

mata o el cuidado que se le dé. Yo he sembrado, encuentras de tamaño chico, pero también grandes y es de la misma variedad. Ahí depende del crecimiento y desarrollo que tenga.

Además en el taller el profesor Jesús lo confirma de la manera siguiente: “lo pusimos directo porque un compañero ya lo tiene comprobado”.

La postura de pluralismo epistémico asumida en este trabajo se traduce en esta vivencia en la convivencia de formas de explicar que pueden llegar a ser divergentes, en el sentido de que generan preguntas, conclusiones e intervenciones diferentes. Llevar a las aulas propuestas desde este pluralismo epistémico nos enfrenta a retos para el diálogo relacionados con cómo avanzar ante dos posturas que parecen irreconciliables. Lo anterior dificulta las posibilidades de construir un diálogo intercultural entre saberes tradicionales y saberes científicos escolares, porque se requeriría que las teorías científicas en juego, ya validadas, fueran probadas in situ para darles el estatus experiencial que sus conocimientos tradicionales tienen, y así generar una equivalencia epistémica y ontológica. La investigadora Adela señala: “esta alusión a la vivencia empírica, no, pues el profesor ya lo hizo, él en su parcela lo hizo, o sea, los científicos pueden venir a decirme... pero él ya lo hizo”.

La valoración del conocimiento experiencial y comunitario respecto al cultivo del maíz como criterio de verdad conlleva considerar otros aspectos, por ejemplo, que los estudiantes –y también gran parte de los profesores– refieran a elementos inmediatos relacionados con el ambiente y el cultivo. Por ejemplo, Efraín en el taller dice: “puede ser el uso de la tierra, mientras más usos le das menos producción buena te va a dar”; y Enrique en el taller dice: “supongo yo que tiene que ver con la polinización, depende si fue bien polinizado o no”.

La visión de proceso gradual de cambio, la formulación de preguntas en torno a la influencia de otros factores como reproducción, herencia, origen de variedades, es decir, de factores no inmediatos o de posibilidades que no se conocen, es escasa o nula, como deja entrever la investigadora Adela:

El plantearse preguntas del porqué de las cosas, cómo se dio esa diversidad, de no pensar que las cosas ya son así, pensar que puede haber una serie de relaciones causales, una serie de procesos que producen ciertos resultados, esto los alumnos no se lo preguntaban.

Si bien los profesores tuvieron la oportunidad de construir una propuesta de juego –como vía de reconstrucción y contextualización de la secuencia implementada– similar al de selección artificial aplicado en el taller, en sus diseños prevaleció la experiencia de los profesores sobre el cultivo del maíz, por considerar que es más complejo en la vida real que lo propuesto en la simulación, como comenta el profesor Enrique en el taller: “por eso digo que como es simulación se puede manipular, pero en la vida real es otra cosa”.

De manera similar, en dichos juegos percibimos que los profesores dejaron de lado el conocimiento científico y las reglas del juego, no incorporaron actividades que permitieran a los

alumnos construir explicaciones; incluso apreciamos en ellos una especie de negación de la regla como lo señala la investigadora Adela en sus comentarios:

Los profesores elaboraron un juego en el que, digamos, ahí no consideraron o consideraron muy poco los aspectos de la ciencia.

Ellos hicieron sus juegos desconociendo totalmente las reglas. Incluso había una negación de la regla, de decir la regla es que si siembro grande nacen grandes porque está genéticamente determinado, ¡ellos decían no!

Como un elemento derivado del predominio de los saberes experienciales sobre el cultivo del maíz, percibimos que en el discurso de los estudiantes y profesores estaba ausente el tema de la conservación de la diversidad, como lo refiere la investigadora Adela: *“una idea que acá no ha salido mucho es el tema de la conservación de la diversidad”*. Quizá generado por esa visión naturalista de las cosas que predomina en ellos y su escasa práctica de cuestionamiento.

5.7 Retos a solventar

Contextualizar

Uno de los retos es aprender a contextualizar para intervenir, como lo señala la profesora Raquel: “lo que se tiene que cuidar mucho es conocer más sobre el contexto, quizá nosotros saber más sobre la investigación”.

Para ello resulta insuficiente considerar solo los elementos generales del “macrocontexto” (características geográficas y sociodemográficas del pueblo, su cultura, su lengua y tradiciones). Es necesario además incorporar elementos claves de los “microcontextos” donde se implementará la secuencia propuesta; por ejemplo, la naturaleza del contexto escolar donde estudian esos niños y niñas, número de estudiantes, lo que estos saben y pueden hacer a propósito del tema específico, como sugiere la profesora Raquel:

El reto mayor es conocerlos y conocer la estructura del conocimiento, como tener bien claro que si conocemos ambas también hay muchas cosas más, pero si conocemos de dónde parten los niños, de donde están sus anclajes, conocemos las redes de conocimiento y los porqué, qué se conecta con otras cosas.

Esto implica además conocer las posibilidades pedagógicas de los profesores de grupo, su disposición para colaborar con otros actores educativos e incorporar a su práctica formas de trabajo que le plantean retos, cambios y mayor esfuerzo; establecer acuerdos con los profesores sobre los alcances, posibilidades y límites de la intervención, contenidos a abordar, actividades a realizar y materiales finales a utilizar, como lo hace notar la investigadora Adela en el señalamiento siguiente:

La profesora Raquel hizo una parte que ella la adaptó y después nosotros hicimos otra parte, que había como un acuerdo, y con el profesor Daniel también, de alguna manera nosotros hicimos las actividades como las teníamos planeadas.

Acompañamiento docente

Otro reto es el desarrollo de un trabajo de acompañamiento con los profesores, como sugiere la profesora Raquel: “no tanto que vengan a dar la clase junto conmigo, sino más bien como un acompañamiento, eso sería vital”, este nuevo horizonte de formación profesional abarcaría un espacio informativo de la investigación de la que se deriva la secuencia didáctica propuesta, y se ampliará al proceso de implementación de esta para que se apropien de ella, y comprendan el sentido y finalidad de cada una de las actividades programadas, a tal grado de construir una relación “ganar-ganar” en términos de conocimiento, como deja ver la profesora Raquel:

A los investigadores les ayuda a comprender la realidad compleja. A nosotros nos sirve mucho para aportar y aprender esa particularidad de la vida escolar, del contenido escolar, de lo que está investigando la persona.

El reto anterior nos sugiere un trabajo más estrecho entre profesores e investigadores que posibilite una mayor vinculación entre el mundo de la formación docente, el de la investigación y el de la docencia frente al grupo, los cuales siguen disociados a pesar de los esfuerzos existentes para su articulación, como plantea la investigadora Adela en el comentario siguiente:

El mundo de la investigación, el mundo de la formación, y el mundo del aula por allá, entonces muy separados y habría que establecer más vínculos reales entre estas.

Algunas de las finalidades de ese proceso de acompañamiento es que cuenten con mayores elementos científicos-disciplinares y de didáctica de las ciencias, comprendan las “reglas del juego científico” y las incorporen a su práctica por su relevancia y aporte, y favorezca en ellos la comprensión de la red compleja de relaciones multicausales presentes en las explicaciones científicas de los fenómenos, como lo refiere la investigadora Adela en sus señalamientos:

Sería importante que los profesores también la conocieran [la ciencia] para que la introduzcan, porque si no, están enseñando otra cosa pero no están enseñando ciencias, o los alumnos están aprendiendo otra cosa pero no están aprendiendo ciencia.

Yo creo que lo que se requeriría es trabajar mucho más con los maestros las actividades para que ellos conocieran las reglas del juego, pero aparte las aceptaran, porque otra cosa es que las acepten.

Habría que trabajar mucho más para esta complejidad de varias causas, de todas estas relaciones que se establecen al estudiar ciencia.

Aspectos concretos de contenido disciplinar

Dado el predominio del conocimiento experiencial sobre la milpa en profesores y estudiantes de grupos indígenas, ha emergido un reto más: abordar durante el desarrollo de la secuencia didáctica la relación existente entre genotipo y fenotipo, entre genética y medioambiente, como sugiere la investigadora Adela:

Esta relación entre genotipo y fenotipo en términos ya más biológicos, esas relaciones entre lo que está determinado genéticamente y la influencia del ambiente, que es muy real, habría qué trabajarla con los alumnos para que la entiendan.

5.8 Discusión y conclusiones

Los resultados presentados constituyen una evidencia de que una secuencia didáctica con enfoque intercultural, como la aquí implementada, sí propicia interacciones entre saberes tradicionales y los conocimientos científicos escolares, aunque sea en un nivel incipiente, dada la complejidad temática, didáctica y epistemológica implícita en la construcción de un diálogo intercultural.

La enseñanza de las ciencias en grupos regulares enfrenta de manera constante ciertos obstáculos como los derivados de la perspectiva religiosa creacionista del mundo. En estudiantes y profesores indígenas dicho obstáculo no se manifestó, pero sí emergió uno escasamente considerado hasta estos momentos en la literatura científica: los obstáculos culturales, cuya naturaleza se manifiesta en ausencias notorias de ciertos elementos culturales centrales que generan interferencias, entorpecimientos o impedimentos en la construcción de un diálogo intercultural entre saberes tradicionales y los científicos escolares a propósito de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en estos contextos.

A pesar de la presencia notoria de este tipo de obstáculos, la secuencia con enfoque intercultural implementada nos enfrenta ante el reto de cómo incorporar una visión de pluralismo epistémico que se concrete en argumentaciones sólidas, unas sostenibles en el conocimiento experiencial (tradicional) sobre el cultivo del maíz y la selección artificial, siendo un conocimiento tradicional y otra en principios, leyes y teorías científicas explicativas. Dos versiones que en cierto momento se contraponen, y en otros logran ponerse en relación de manera asociada a ciertas modalidades de diálogo, unos más llanos y otros un tanto violentos, donde uno u otro punto de vista se impone como criterio de verdad o donde se establecen textos, o explicaciones, mixtos.

Estos son solo algunos referentes ilustrativos de lo que genera este tipo de propuestas para la enseñanza de las ciencias y queda pendiente diseñar espacios de mayor diálogo, tomando como referente los resultados aquí obtenidos. Aquí las prácticas de cultivo son tan solo la punta de la madeja como hicimos evidente en el apartado de resultados.

5.9 Implicaciones para la práctica docente e investigativa

Los resultados derivados de la implementación de la secuencia didáctica nos permiten apreciar que tanto el tema sobre el cual versa como su diseño son pertinentes, dado que conecta con la vida cotidiana de los estudiantes, favorece la recuperación de sus saberes tradicionales sobre el cultivo del maíz y su diversidad, ayuda a que los estudiantes –y también los profesores– avancen de manera gradual en la apropiación de ciertos términos científicos, y posibilita un proceso de formación práctica de profesores para la enseñanza de las ciencias, apoyado en un trabajo de acompañamiento permanente.

Aunque la secuencia didáctica les aporta ideas a los profesores sobre cómo abordar temas biológicos con base en una metodología de modelización, requiere de ajustes que posibiliten la construcción gradual de una argumentación científica más potente en términos de selección artificial y selección natural, para entonces propiciar el diálogo intercultural deseado.

Para los investigadores en enseñanza de las ciencias también aporta ideas relevantes. Una de ellas es que durante el diseño de este tipo de propuestas se requiere incorporar elementos claves del microcontexto escolar-cultural de aplicación, como los referidos en el apartado de resultados; que sean sensibles a las ideas, conocimientos, tradiciones, conflictos y tabúes los estudiantes; además de conocer sus posibilidades y limitaciones académicas, lo cual agregará un mayor sentido de realidad a sus creaciones derivadas de un proceso de investigación como el planteado en este documento.

5.10 Agradecimientos

A los profesores y las profesoras y sus alumnos, que nos permitieron trabajar a su lado y compartir conocimientos y experiencias. Al proyecto Pauta que nos abrió las puertas para trabajar en un taller con profesores.

Este trabajo pudo realizarse gracias al apoyo de Conacyt, México, a través de los proyectos SEP/SEB 2013, No. 231425 y SEP/SEB 2014-01, No. 240192

Referencias

- Álvarez-Buylla, E., Carreón, A., & San Vicente, A. (2011). *Haciendo milpa. La protección de las semillas y la agricultura campesina*. México: UNAM.
- Carrillo Trueba, C. (2010). La milpa y la cosmovisión de los pueblos mesoamericanos. *La Jornada del Campo*. Suplemento del periódico La Jornada, No. 34.
- Clement, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Students' Preconceptions in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241- 1257.
- Erickson, F. (2003). Qualitative research methods for science education. En B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 1175-1189). London. UK: Kluwer Academic Publisher.

- Ferreiro, E. (1994). Diversidad y proceso de alfabetización: de la celebración a la toma de conciencia. *Lectura y Vida, Revista Latinoamericana de Lectura*, 15(3), 6-11.
- García Franco, A. (2015). La milpa como proyecto didáctico. En A. A. Gómez Galindo & Quintanilla, *La enseñanza de las ciencias naturales basada en proyectos* (pp. 155-172). Santiago, Chile: Bellaterra.
- Gómez Galindo, A. A., García Franco, A., & González Galli, L. (2014). Enseñanza de la evolución desde una perspectiva intercultural dialógica. *CITECSA*, 5(8), 91-103.
- Kato, T. A., Mera, L. M., Mapes, C., Serratos, A., & Bye, R. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una propuesta analítica*. México: CONABIO.
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis, *Forum: Qualitative Social Research*, 1(20).
- Olivé, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En P. Perales & P. Cañal (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alicante, España: Marfil.
- Shattuck, J. & Anderson, T (2013). Using a Design-Based Research Study to Identify Principles for Training Instructors to Teach Online. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(5).

CAPÍTULO 6

Every drum has its own voice

Don Metz

Professor, Faculty of Education, University of Winnipeg.

Canada

d.metz@uwinnipeg.ca

Contenidos

6.1 Introduction

6.2 The Importance of a Culturally Relevant Interest in Science

6.3 Inner City Science Center

6.4 Building of a ceremonial drum

6.5 The way forward

References

Every drum has its own voice

6.1 Introduction

In Canada, as in most other countries, an underrepresentation of Indigenous students in science education and science related careers is a cause for great concern (Amara, 2012; Anderson & Lavallee, 2007). Schools in remote or northern communities, or in the inner city, tend to lack adequate support and personnel to promote science, mathematics, and technology education. Additionally, the differences between Indigenous traditions and Western science world-views present challenges in integrating Indigenous knowledge into science education curricula.

Glen Aikenhead (2002) suggests that learning science “requires Indigenous students to cross cultural borders from the everyday subcultures of their peers, family, and tribe, to the subcultures of school, school science, and science itself”. Aikenhead advocates the philosophy of Madeleine MacIvor (1995) who wants “students to learn Western science but, at the same time, not be assimilated into Western culture at the expense of their own Indigenous culture and identity”.

In my work at the Inner City Science Center in Winnipeg, Canada, student teachers from the Faculty of Education at the University of Winnipeg try to address these challenges by participating in an internship in the school where their focus is on science and mathematics education. The Inner City Science Center (ICSC) is located in Niji Mahkwa Elementary School in the city of Winnipeg, Canada. The Center has three state of the art laboratories for studying science.

Niji Mahkwa is a unique school located in the inner city that provides an in-depth focus on Indigenous culture for their students. Cultural traditions such as smudging and pipe ceremonies are part of the everyday routine. At the Center we face a unique problem of respecting Indigenous traditions while trying to accomplish curriculum goals in science education. So our dilemma is to ask ourselves how we can teach school subjects such as science without interfering with the tenets of Indigenous culture. On one hand, we simply do not pretend to be the purveyors of traditional knowledge. However, on the other hand, we search for practices which permit us to integrate our science instruction in the context of an Indigenous culture. In our context, two important strategies include using an Indigenous social issues context to deliver science content and using Indigenous content for science to explain. Other strategies, such as stories (Metz, Klassen, McMillan, B., Clough, & Olson, 2007) help to outline this context.

In this chapter, I will present a “best practice activity”, where elementary students study the science of sound outcomes as they build a traditional ceremonial drum. Students address the cultural foundations of a First Nations ceremonial drum, such as the saying that “every drum has its’ own voice” and the traditional artwork of the drum. At the same time, students investigate sound waves and vibrations as we ultimately illustrate through a Fourier analysis that each drum does indeed have its’ own unique voice.

Although this chapter describes a best practice for Canadian Indigenous students, the reader should find that most of the ideas and rationale that follows easily applies to a wide variety of cultural traditions throughout the world.

6.2 The Importance of a Culturally Relevant Interest in Science

Worldwide, there is keen interest in turning our attention to the under representation of Indigenous populations in careers related to science and technology (Amara, 2012; Battiste & Henderson, 2000; Aikenhead, 1997). A wide variety of science related professions, such as healthcare, remain critical to all cultures and diversity in such occupations is essential.

Success in school science depends, of course, on a student's interest in succeeding, and is highly correlated with Indigenous students' cultural self-identities (Purdie, Tripcony, Boulton-Lewis, Fanshawe, & Gunstone, 2000). Ainley & Ainley (2011) express their view that understanding how interest in science is related to participation in science "has practical implications for science educators concerned with students' participation in both curricular and extracurricular science activities" (p. 52). We should expect that students with an interest in science will be motivated to acquire a degree of scientific knowledge, will enjoy participating in science activities and will view science and science related careers positively. Thus, it becomes imperative that developing an interest in science is essential to promoting science to underrepresented populations.

The relevance of science, or a topic in science, to a student will be reflected in the students' interest in science. It is significant to this discussion understanding how this relevance can be suitable for an Indigenous population. Glen Aikenhead is a renowned Canadian educator who has written extensively of cultural influences in education, especially with respect to Western science. He claims that:

Because the subculture of Western science can conflict with the cultures of First Nations students, learning Western science is recognized as culture acquisition that requires Indigenous students to cross cultural borders from the everyday subcultures of their peers, family, and tribe, to the subcultures of school, school science, and science itself (Aikenhead, 1997, p. 218).

For many Indigenous students, a Western scientific perspective does not correspond with their own worldview and represents an unknown culture (Aikenhead, 1997; Brandt, 2001; Sutherland, 1998). Consequently, students must transition from their own cultural traditions to the traditions of Western science in a school setting. Aikenhead (2001) refers to these transitions as "border crossings". As a result, he concludes that border crossings necessitate a cross-cultural science curriculum for Indigenous students. While much can be found in the literature with respect to worldviews and cross-cultural science curriculum (Cobern, 1996; Aikenhead, 2001; Kozoll & Osborne, 2004; Le Grange, 2007; Aikenhead & Ogawa, 2007), the

focus in this chapter will be on the implementation of such a perspective in an Indigenous school setting.

Madeleine MacIvor (1995) expressed the viewpoint that supported the learning of Western science for indigenous students. However, at the same time, she emphasized that these students should not be assimilated into Western culture at the expense of their own Indigenous culture and identity. I support these ideals and suggest that the context in which this learning takes place is critical to the success of engaging students in border crossings. Preserving culturally distinctive practices while learning something about science can be a challenge, especially for non-indigenous teachers (which is the category in which myself and my students find ourselves). However, what we try to do is provide contexts for students to learn science in a way that connects them to their community but does not redefine it.

In the following pages, I will describe the environment in which I work with pre-service teachers and a best practice example of a successful project in bridging the gap between indigenous knowledge and science education curricula.

6.3 Inner City Science Center

The Inner City Science Centre, located in Niji Mahkwa school, is a unique setting in Canada. The centre is home to three science labs that are equipped with state of the art laboratory facilities. Niji Mahkwa is an elementary school with a near 100 per cent Indigenous student population. The objectives of the centre are to encourage inner city children to learn more about science and eventually become interested in careers in science and technology, especially in the health profession.

In a special program initiated by the author (Metz), pre-service teachers from the University of Winnipeg Faculty of Education complete an internship at the school. The student teachers attend the school once a week for the school year and serve two full-time six week practicum blocks. The university pre-service teachers are chosen for their background in science and mathematics and their commitment to inner city and social justices initiatives. The student teachers must also be willing to participate and adhere to the Indigenous traditions, such as daily smudging ceremonies, which form part of the school's culture.

Our teaching focus is on science and mathematics education. The UW students are placed in a classroom at Niji Mahkwa School and bring their students into the science labs provided by the Inner City Science Center. Science curriculum objectives are mandated by the province and typical science lessons and laboratory activities found in the curriculum are taught. While many of the science activities that we do will be found in other venues, our objective was to provide inner city children an opportunity to use their culture as a context for their learning. Additionally, we wanted to provide UW student teachers an opportunity to learn about Indigenous culture and experience integrating culture and school subjects in an interdisciplinary way. To see the teachings of Indigenous culture incorporated into school curricula so that science education is more meaningful, interesting, and relevant for Indigenous students.

In our context of teaching our student teachers the differences between Indigenous traditions and Western science world-views we face many challenges in integrating indigenous knowledge into science education curricula. Our approach is very simple, we look for connections to Indigenous culture that are natural and will be interesting to our students and connect to different aspects of the curriculum. It is important to choose the context first and to let the curricular outcomes fall naturally from this context. In this way, the teaching will almost always be interdisciplinary, which from our point of view is an additional benefit to teaching science. Science is not viewed as an isolated set of outcomes to be memorized, but as knowledge that can be used in our daily lives. There is a traditional Indigenous saying that “every drum has its’ own voice”. I came up with the idea that I could illustrate that to students with a wave analysis of a drum beat. In this way, we designed one of our most successful contexts, described here, the building of a ceremonial drum.

6.4 Building of a ceremonial drum

We chose to implement our building of a ceremonial drum project with the fourth grade class. The students are nine and ten years old, and capable of the skills needed to construct the drum. Moreover, the fourth grade science curriculum includes a unit on sound. As students constructed their drum they studied the standard science outcomes of sound waves, vibrations, pitch, volume and so on.

To begin our project, we consulted with an elder who emphasized to us that we had to convey the students that the drum was not a toy. Students were told that it is an honor to build the drum and that as the keeper of the drum they must respect the spirit of the animal that contributed the hide for their drum. The drum’s beat, your voice, can be seen as a form of prayer.

The pieces for the drum frame were pre-cut, but the students sanded and glued the pieces together into a frame. Often cedar is used for the frame construction as one of the sacred medicines. Many First Nations persons will carry small pieces of cedar in their medicine bags worn around the neck, and our students are familiar with these traditions in their school. Such a familiar context provides a more conducive environment to generate interest and motivate students to study science.



Figure 1. Drum frame pieces.

The drum head was made of rawhide and was soaked in water overnight to soften it and a smudging ceremony was performed to recognize the contribution of the animal. Then students prepared their drum head by cutting it to exact size, punching holes and threading lace through the holes.



Figure 2. Trace and lacing the drum head.

The rawhide was attached to the frame and the lace tightened to hold the drum in place. Next, each student chose a drum head design based on Indigenous tradition and painted their own drum head.



Figure 3. Painting the drum head.

Finally, students did a Fourier analysis of their drum beat in a simple process using an app on an iPad. Each student received a screen capture of their “voice”.

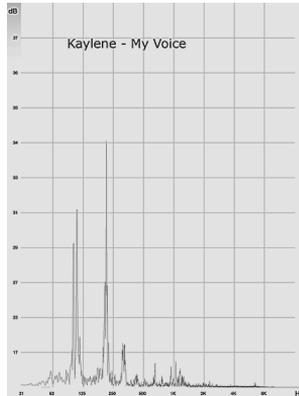


Figure 4. Fourier Analysis of drum head.

As a culminating activity the well-known Canadian Indigenous musician and storyteller, Winston Wuttenee¹³, visited the children to teach them how to respect and use their drum. The participation of Wuttenee was essential to bring children to understand their own culture from members of their own community. Wuttenee led the children in a smudging ceremony, traditional prayers and songs, drum rhythms and cultural traditions with respect to the drum (for example, the drum must never touch the floor out of respect for the drum and Mother Earth).



Figure 5. Winston Wuttenee.

¹³ <http://winstonwuttenee.blogspot.ca/p/a-household-name-in-canadian-music.html>

Throughout the entire drum building activity students studied science (sound), art, math (angles) and integrated cultural traditions into their handiwork. We faced many challenges in implementing this project but that is mostly part of the experience. Our major challenge was time. There is a great amount of preparation required for such a project and at times it can be an overwhelming experience for a student teacher. My students (Jessica Foss and Melissa Mangiacotti) did a wonderful job participating in all aspects of the organization and implementation of the project working closely with myself. I commend them.

Student response to the project was extremely positive. The building of the drum took place over a month's time, and students were always eager to know if they were going to build their drums and how what they were studying related to their drums. Many students in other grades wanted to know if they could build drums and students throughout the school often dropped by the lab on their own time just to watch. Teachers were very supportive of the Project, but did express some concerns about the logistics and time spent on building the drums. The school administration was entirely behind the project and very supportive. Overall, the experience was outstanding, and was a unique learning process for the student teachers.

By presenting science to our students alongside Indigenous knowledge, students demonstrated keen interest in what they were doing and learning. We, the teachers, learn from students, from knowledgeable people in the community, and students' Indigenous identities were strengthened while learning science at the same time.

At the Science Center we face the unique problem of respecting Indigenous traditions while trying to accomplish curriculum goals. So our dilemma is to ask ourselves how can we teach school subjects such as science without interfering with the tenets of Indigenous culture? On one hand we simply do not pretend to be the purveyors of traditional knowledge. However, on the other hand, we search for practices which permit us to integrate our science instruction in the context of a First Nations culture. Importantly, we –our students and faculty– learn about Indigenous traditions and culture by experiencing it first-hand.

6.5 The way forward

Cajete (2000) portrays the learning of Indigenous ways as a process of coming to know. School science as it is represented today has been referred to as a “rhetoric of conclusions”, implying that the destination is more important than the journey. Indeed, school practices such as standardized testing places emphasis on end products in a discipline oriented to measurement of achievement.

Our obvious deliberations, then, focus on how we can “bridge the gap” between Indigenous and scientific worldviews. Brandt (2007) provides a very cogent argument that “the use of a bridge as a metaphor, sets up Eurocentric sciences and Indigenous knowledge as opposed to one another, a binary in which ‘two worlds’ exist” (p. 601). She advocates that instead of emphasizing differences a more fruitful approach would be to seek “common ground” between Eurocentric sciences and Indigenous knowledge. That is, we should look for ways to

simultaneously maintain the essential elements of Eurocentric sciences and Indigenous knowledge.

In the context of teaching, and in my specific case, the preparation of good science teachers, the notion of seeking common ground is a fundamental principle that guides our instructional practices. We continue to recognize that most aspects of our lives are, to some degree, influenced by scientific knowledge. We are also keenly aware that career opportunities are significantly enhanced for students who possess a measure of, interest in, and/or a sound background in scientific literacy. However, we do not rank this knowledge as more significant at the exclusion of Indigenous knowledge. We look for common ground. In my example, the construction of a ceremonial drum was an excellent example of finding this common ground. Other examples exist. The project *Rekindling Traditions* (Aikenhead, 2002) also highlights several ways of addressing the under-representation of Indigenous people in careers related to science.

Important components of the Rekindling Traditions project is the inclusion of Elders and other knowledgeable people in the community in the process of process of developing lessons sensitive the local culture. The Rekindling Traditions approach, similar to the construction of a ceremonial drum science, is to learn more about students' Indigenous worlds and celebrate the co-existence of both worlds, a condition they argue that is essential to culturally sensitive instructional strategies.

For instance in the units *Snowshoes*, *Trapping*, and *Wild Rice*, the technologies associated with these topics were originally studied from historical, technological, and cultural perspectives of the local community. Then the class took a closer, Western scientific look at the pressure exerted by snowshoes on snow, the play between potential and kinetic energy in animal traps, and the habitat of wild rice and the pH of the water in that habitat. By understanding the Western scientific stories about pressure, energy, habitat, and pH, students learned to predict more accurately the effects of variations in the technology associated with snowshoeing, trapping, or producing wild rice. While the Western science concepts may not improve students' know-how for snowshoeing, trapping, or growing wild rice, the concepts clarify one small aspect of the overall topic. Western science did not replace Indigenous science, it enriched an aspect of it (Aikenhead, 2002, p. 295).

Finding relevant contexts is key to improving students' access, interest, and participation in science. A number of examples connecting scientific and cultural knowledge can be found in the literature. The study of music (Tan & Calabrese Barton, 2010), measuring time (Chinn, 2007), forests (Menzies, 2002), dancing clothing, farming and food (Gondwe & Longnecker, 2015).

School science is generally presented and learned within a written tradition in isolation from a learner's experience. In terms of Indigenous practices an instructional gap may also exist. Aikenhead & Ogawa (2007) noted that different aspects of Indigenous ways of living are communicated and learned in through an oral tradition, "modeling the practices of others,

listening to stories, singing songs, reciting prayers, dancing at celebrations, and participating in spiritual ceremonies; all of which are passed on from generation to generation” (p. 554).

De Bortoli & Thomson (2010), investigating home and educational background factors in Indigenous and non-Indigenous populations, outlined the disadvantages faced by many Indigenous students. A lack of educational resources and socioeconomic factors were found alongside a significantly lower interest and appreciation in science than their non-Indigenous peers. However, no significant differences in the effort and persistence between Indigenous and non-Indigenous students could be found resulting in their conclusion that “Schools may need to revisit how to make the science curriculum more related to students’ own experiences” (p. 90). In other words, we need to turn our attention to real-world issues that connect students’ lives to their community– this is cultural.

Lee, Yen, & Aikenhead (2012) echo our sentiment note that most Indigenous families want their children to be well prepared to participate in mainstream society, but without sacrificing their Indigenous identity, worldview, and beliefs. This means that Indigenous students need to learn school science as much as non-Indigenous students. At the Inner City Science Center this was our goal. We look for ways of integrating Indigenous ways of understanding in a respectful, accessible, and meaningful manner. We work towards an instructional environment where Indigenous content is not a symbolic aside, but where it strengthens and enlightens our approach in the science classroom.

References

- Aikenhead, G. S. (2002). Cross-Cultural Science Teaching: Rekindling Traditions for Indigenous Students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 2*(3), 287-304.
- Aikenhead, G. (2001). Integrating Western and Indigenous sciences: cross-cultural science teaching. *Research in Science Education, 31*(3), 337-355.
- Aikenhead, G. (1996). Science education: border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education, 27*(1), 1-52.
- Aikenhead, G. S. (1997). Toward a First Nations cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education, 81*, 217-238.
- Aikenhead, G. & Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education, 2*(3), 539-620.
- Ainley, M. & Ainley, J. (2001). Cultural Perspective on the Structure of Student Interest in Science. *International Journal of Science Education, 33*(1), 51-71.
- Amara, F. (2012). A Canadian Medical School in Partnership with an Inner City School Association. *Journal of Community Medical Health Education, 2*(10).
- Anderson, M. & Lavalley, B. (2007). The development of the First Nations, Inuit and Métis medical workforce. *Medical Journal of Australia, 186*(10), 539-40.
- Battiste, M. & Henderson, J. Y. (2000). *Protecting Indigenous knowledge and heritage*. Saskatoon, Saskatchewan: Purich Publishing.
- Brandt, C. (2007). Epistemology and temporal/spatial orders in science education: A response to Aikenhead & Ogawa's: Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education, 2*(3), 539-620.
- Cajete, G. A. (2000). *Native science: Natural laws of interdependence*. Santa Fe, NM: Clear Light.

- Chinn, P. (2007). Decolonizing methodologies and indigenous knowledge: The role of culture, place and personal experience in professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1247-1268.
- Cobern, W. W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, 80(5), 579-610.
- De Bortoli, L. J. & Thomson, S. (2010). Contextual factors that influence the achievement of Australia's indigenous students: results from PISA 2000-2006. Retrieved from www.acer.edu.au/documents/pisaindigenous-contextual-factors.pdf.
- Gondwe, M. & Longnecker, N. (2015). Scientific and Cultural Knowledge in Intercultural Science Education: Student Perceptions of Common Ground, *Research in Science Education*, 45, 117-147.
- Kozoll, R. H., & Osborne, M. D. (2004). Finding meaning in science: lifeworld, identity, and self. *Science Education*, 88(2), 157–181.
- Le Grange, L. (2007). Integrating western and indigenous knowledge systems: the basis for effective science education in South Africa? *International Review of Education*, 53(5), 577-591.
- Lee, H., Yen, C., & Aikenhead, G. (2012). Indigenous elementary students' science instruction in Taiwan: indigenous knowledge and Western science. *Research in Science Education*, 42(6), 1183-1199.
- Maclvor, M. (1995). Redefining science education for Aboriginal students. In M. Battiste & J. Barman (Eds.), *First Nations education in Canada: The circle unfolds* (pp. 73-98). Vancouver, Canada: University of British Columbia Press.
- Metz, D., Klassen, S., McMillan, B., Clough, M., & Olson, J. (2007). Building a Foundation for the Use of Historical Narratives. *Science & Education*. 16(3-5), 313-334.
- Purdie, N., Tripcony, P., Boulton-Lewis, G., Fanshawe, J., Gunstone, A. (2000). *Positive self-identity of Indigenous students and its relationship to school outcomes*. Canberra, Australia: Legislative Services, Commonwealth of Australia.
- Sutherland, D. L. (1998). *Aboriginal students' perception of the nature of science: The influence of culture, language and gender* (Unpublished Ph.D. dissertation, University of Nottingham, Nottingham, UK).
- Tan, E. & Calabrese Barton, A. (2010). Transforming science learning and student participation in sixth grade science class: a case study of a low-income, urban, racial minority classroom. *Equity and Excellence in Education*, 43, 38-55.

CAPÍTULO 7

Jogos no ensino de ciências. Da ludicidade a vulnerabilidade social

Tiago Bodê

Universidade de São PauloBrasil
bodetiago@usp.br

Contenidos

Resumo

7.1 Introdução

7.2 Lúdico e o uso dos jogos no ensino

7.3 Natureza do jogo

7.4 Jogos no ensino de ciências

7.5 Modelos e teorias científicas

7.6 Narrativas

7.7 Resolução de problemas

7.8 Vulnerabilidade social, jogos e o ensino de ciências

7.9 This war of mine: O ensino de ciências no jogo de guerra

7.10 Aspectos educativos

7.11 Formas de abordagem

7.12 Considerações finais

Referências

Jogos no ensino de ciências. Da ludicidade a vulnerabilidade social

Resumo

Este espaço terá o objetivo de discutir o uso de jogos no Ensino de Ciências com base na concepção de educação libertária proposta por Paulo Freire. Para isso, o capítulo será dividido em quatro partes. Na primeira, intitulada Lúdico e o Uso dos Jogos no Ensino, discutiremos as potencialidades e as contradições do uso de jogos na educação. Na segunda parte, por sua vez, faremos uma análise sobre os aspectos que fundamentam a Natureza e o Significado do Jogo, visando aprofundamento conceitual da temática apresentada. Posteriormente, na terceira parte, intitulada Jogos no ensino de ciências, apresentaremos uma tentativa de correlacionar aspectos essenciais presentes tanto nos jogos quanto no ensino de ciências, destacando dois elementos fundamentais: as narrativas e as resoluções de problemas. Por fim, a quarta etapa versará sobre as relações entre Vulnerabilidade social, Jogos e o ensino de ciências. Isto será feito com base em um jogo digital que aborda a temática da guerra de uma forma bem peculiar. Nesta perspectiva, esperamos que o trabalho possa trazer contribuições tanto para pesquisadores quanto para professores e educadores da área de ciências.

7.1 Introdução

No tempo de algumas gerações passadas, podemos dizer que o acesso à informação era algo restrito. Poucos eram os privilegiados que possuíam algum acúmulo social historicamente registrado, como livros ou pergaminhos. Isso fazia da informação algo, de fato, muito importante. Um médico do século XIX, por exemplo, não tinha acesso a máquinas de xerox, muito menos à internet. Por isso, assim como qualquer outro profissional de sua época, valorizava toda e qualquer informação fornecida por seus semelhantes mais antigos de profissão. A informação, portanto, podia ser considerada quase como uma mercadoria, sinônimo de poder e libertação.

Nessa época, a comunicação também era muito limitada. Poucos eram os que conseguiam se comunicar a longas distâncias. Geralmente os mais abastados. Nesse período, uma simples mensagem poderia levar meses para ser entregue, contando com o fato de não haver algum contratempo durante o processo, que faria com que a comunicação não se estabelecesse.

Grosso modo, por fim, talvez não seja exagero dizer que nosso modelo atual de Escola apresenta suas bases fundamentadas neste momento histórico: comunicação primitiva e informação valorosa e restrita.

Contudo, não estamos mais em meados do século XIX. Ao longo das últimas décadas, principalmente com o advento da internet e o avanço exponencial da tecnologia, nossa sociedade estabeleceu-se em uma nova conjuntura. A informação, outrora valorizada por sua raridade, passa a ser disseminada por toda a sociedade como um bem comum e de uso coletivo. O mesmo acontece com a comunicação, que hoje atinge uma esfera global.

A grande questão é que, apesar desse novo panorama, que nos trás novas demandas e paradigmas, o modelo tradicional de ensino ainda pauta-se no acúmulo quantitativo de informações. Para Paulo Freire (2015b), isto é resultado de uma concepção bancária de educação. Neste modelo, as relações educador-educando são fundamentadas numa comunicação unidirecional, dissertativa, de professor para alunos, baseada na memorização mecânica de conteúdos que são proferidos de forma fragmentada e desconectados da totalidade pela qual ganhariam significação (Freire, 2015b). Nessa visão de educação, quanto mais os educandos sejam exercitados ao arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica de que resultaria sua inserção no mundo, como transformadores dele. Como sujeitos (Freire, 2015a).

Os pressupostos dessa educação bancária também aparecem no Ensino de Ciências. Nas escolas brasileiras, por exemplo, grande parte dos preceitos científicos é trabalhada com base no acúmulo e na memorização de evidências e informações descompassadas, desconectadas dos processos e das relações pelas quais a ciência teria significação. Isso faz com que muitos dos estudantes tenham dificuldade de compreender modelos, formular hipóteses e de descrever fenômenos cientificamente.

Ademais, para além de uma simples abstração teórica, de fato, podemos encontrar críticas semelhantes nos padrões internacionais de qualidade de ensino. Pesquisas recentes apontam que mais de 60% dos estudantes brasileiros apresentam baixo desempenho em ciências. Isso significa que, na melhor das hipóteses, as alunas e os alunos das escolas de ensino fundamental não conseguem apresentar mais do que explicações científicas óbvias e/ou seguir somente evidências que sejam explícitas (OCDE, 2012). Ainda que as avaliações possam apresentar imprecisões, são dados que não podem ser desconsiderados e que, infelizmente, não retratam apenas a realidade das escolas brasileiras.

Como uma das principais consequências deste sistema depositário de informações científicas, temos muitos estudantes que passam a desenvolver concepções ingênuas sobre a ciência. Isso sustenta consideravelmente os apontamentos de Paulo Freire, visto que como não há uma visão crítica sobre a natureza da ciência e sobre seu papel na sociedade, tampouco haverá seu empoderamento como instrumento de emancipação e transformação social.

Há, portanto, a necessidade de estudos que levem em consideração esta realidade educacional no intuito de propor estratégias pedagógicas inovadoras e que possam trazer contribuições significativas para o ensino de ciências.

Dentre o vasto feixe de significações e possibilidades, um fato interessante que podemos perceber é que muitos dos estudantes apresentam dificuldade e desinteresse em aulas tradicionais de ciências, mas desprendem boa parte do tempo jogando videogame. Contudo, ao contrário do comportamento apresentado nas aulas, muitos desses jogadores interagem em plataformas virtuais, voluntariamente, desenvolvendo atividades complexas, muitas vezes tendo que controlar perto de uma dezena de comandos, ao mesmo tempo em que se comunicam, planejando estratégias para superar desafios dentro dos mundos virtuais. Esta

afinidade que os estudantes apresentam pelos jogos é muito interessante e nos leva a pensar em como poderíamos incorporá-los/adaptá-los para o uso educacional.

Portanto, com base nessa ideia, a intenção deste trabalho é discutir um pouco sobre as potencialidades e os desafios no uso de jogos para o ensino de ciências. Cabe ressaltar que isso será feito principalmente com base nas experiências que tive como educador em escolas tradicionais brasileiras de ensino básico, públicas e particulares, bem como em escolas democráticas da cidade de São Paulo.

Dentre os espaços, gostaria de destacar um em especial, intitulado Projeto Âncora. Trata-se de uma Escola brasileira de Ensino Fundamental, gratuita e não seriada, localizada no meio de três grandes favelas da cidade de São Paulo, que atende crianças em situações de alto risco e com históricos familiares de grande vulnerabilidade social. Tida como referência na área de inovação, essa escola foi inspirada e fundada pelo brasileiro Walter Steuer e por José Pacheco, o português fundador da famosa Escola da Ponte. Nesse espaço, tive o privilégio de encontrar pessoas inesquecíveis, idealistas, competentes e que, de fato, entregaram suas vidas para partilhar de um sonho coletivo. À luz do belo trabalho realizado também estão as crianças, que me acolheram calorosamente e me apresentaram o mundo dos jogos em uma perspectiva mágica, tão intensa que jamais imaginei que fosse possível. Por isso, aqui escrevo o meu mais sincero e profundo agradecimento. Certamente tenho de lá muitas e muitas memórias que a vida não me deixará esquecer.

Portanto, fundamentando teoricamente minha prática, que é contrária à concepção bancária de educação, agrego à minha práxis a concepção de educação libertária, problematizadora, proposta por Paulo Freire (2015b). Nessa perspectiva, a educação é considerada um ato cognoscente, baseado na dialogicidade, na superação da contradição educador-educandos e na autonomia. Além disso, essa vertente pauta-se no constante desvelamento do mundo, concebendo os homens não mais como depósitos mecânicos de informação, mas como sujeitos.

Com base nesses elementos e perspectiva, portanto, espero trazer contribuições significativas tanto para pesquisadores quanto para professores e educadores da área de Ensino de Ciências. Assim, daremos prosseguimento ao trabalho apresentando primeiramente algumas contradições do uso de jogos na educação.

7.2 Lúdico e o uso dos jogos no ensino

Como ressaltado anteriormente, vimos que os jogos apresentam grande potencialidade para o Ensino de Ciências. Particularmente, acreditamos que isso se deva a três aspectos fundamentais: atratividade, capacidade de desenvolvimento cognitivo e possibilidade de trabalhar preceitos científicos¹⁴.

¹⁴ Cabe ressaltar que esta proposição é resultado da pesquisa que estamos desenvolvendo no Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular – NuPIC da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, concomitantemente a este capítulo.

No entanto, apesar de ampla potencialidade, percebemos grandes contradições no uso de jogos em atividades educativas. Aparentemente, isso pode acontecer em várias esferas e gostaria, aqui, de falar um pouco sobre algumas delas.

A primeira relaciona-se ao próprio jogo enquanto objeto. Quando pensamos em jogos comerciais, de modo geral, mas principalmente os digitais, percebemos que eles apresentam orçamento surpreendente e uma legião de jogadores. Contudo, sua essência está intimamente ligada à lógica do mercado e do comércio, tendo na base da produção o lucro e o entretenimento. Conseqüentemente, não apresentam grandes preocupações pedagógicas, uma vez que não são desenvolvidos para essa finalidade. Os jogos educativos, por sua vez, apresentam características antagônicas aos comerciais. Geralmente projetados para o público infantil, são constituídos de arcabouço excessivamente informativo, o que pode ser encarado como um reflexo da concepção bancária de educação. Mesmo que existam grandes recursos disponíveis, muitos desenvolvedores se propõem a fazer jogos limitados ao uso de tabuleiros e cartas, baseados em perguntas e respostas, geralmente representados por mecânicas lúdicas de baixa complexidade, tematizadas com conteúdos educativos de diversas áreas da educação como, por exemplo, ciências e matemática.

O descontentamento dos estudantes, portanto, torna-se evidente em muitas das situações que envolvem jogos e educação. Infelizmente, os motivos geralmente fazem jus às manifestações, visto que não são raras as ocasiões em que os sujeitos acabam tendo que jogar dados para responder uma série de perguntas entediantes. Infelizmente, o estereótipo do jogo educativo como algo desestimulante ainda se justifica no contexto escolar de forma comum.

Ainda que, porventura, os jogos enquanto objeto não venham a ser um problema, nos deparamos com outra esfera de contradição: a prática pedagógica. Apesar do incomensurável esforço de muitos educadores em tentar usar jogos na educação de forma lúdica, mesmo em espaços não formais, diversos acabam por não compreender de forma mais aprofundada sua própria prática.

À título de exemplificação, falarei sobre isso com base em uma experiência pessoal. Recentemente, ministrei um minicurso sobre o uso de jogos no Ensino de Ciências, na Universidade de São Paulo, para alunos da licenciatura em Física. Dadas as apresentações iniciais, perguntei quais eram as expectativas dos cursistas. Como já era de se imaginar, a grande maioria disse que esperava aprender como usar jogos em sala de aula. Talvez você, desconhecido leitor, também se faça a mesma pergunta enquanto lê este texto. Eis minha resposta, dada naquele momento e que repasso a você:

- Como você acha que os jogos poderiam ser usados na educação?
- Como você acha que os jogos poderiam ser usados para ensinar Ciências?
- Como você faria para avaliar uma prática baseada em jogos?

As mesmas perguntas podem ser feitas aos seus alunos. Precedente a essas primeiras questões, no entanto, ainda temos outra fundamental:

- O que você entende por jogo?

Estas questões são fundamentais para nortearmos nossa prática educativa. É preciso, portanto, que nos despertemos e comecemos a pensar sobre elas. Como você deve imaginar, não pretendo trazer-lhe mais um arquivo de ordem bancária para ser depositado. Pelo contrário, minha intenção é apresentar fundamentos para que você possa ter condições de buscar suas próprias respostas. Não como arquivador de depósitos, mas como sujeito.

Para isso, antes de qualquer coisa, é imprescindível que façamos uma análise sobre os aspectos que fundamentam a natureza e o significado do jogo.

7.3 Natureza do jogo

Definir jogo em sentido restrito é praticamente impossível, uma vez que se trata de um termo polissêmico (Brougère, 1998) e comumente dotado de ambiguidades. Contudo, embora esse mesmo termo possa denominar significados diferentes, cada qual apresenta sua especificidade (Kishimoto, 2011).

Nesta perspectiva, Brougère (1998) considera que a palavra jogo remete a compreensões estratificadas em vários níveis de significação, apontando três claramente perceptíveis.

O primeiro deles encara o Jogo como “o resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social” (Kishimoto, 2011, p. 18). Assim, o jogo apresenta o sentido e os valores que cada sociedade lhe atribui, dependendo do lugar e da época (Kishimoto, 2011) em que é analisado.

Ainda neste nível, alguns autores acreditam que Jogo pode ser compreendido como um elemento formador de cultura. De acordo com Huizinga (2012) “as grandes atividades arquetípicas da sociedade humana são, desde o início, inteiramente marcadas pelo jogo” (p. 7). Como exemplos, o autor destaca a linguagem, o culto e o mito. São destes elementos que se originam “as grandes forças instintivas da vida civilizada: o direito e a ordem, o comércio e o lucro, a indústria e a arte, a poesia, a sabedoria e a ciência” (Huizinga, 2012, p.7).

O segundo nível, por sua vez, compreende o Jogo como estrutura. Assim, está intimamente ligado a um sistema de regras que existe independentemente dos jogadores ou dos elementos discernidos no primeiro nível (Brougère, 1998). Isto fica claro quando pensamos em jogos como Hnefatafl (NICÉE, 2015), popularmente conhecido como “XadrezViking”, que é uma invenção nórdica, mas que pode ser jogado por qualquer pessoa do mundo, uma vez que se compreenda seu sistema de regras. Isso porque o sistema existe independentemente dos tipos de jogadores ou dos elementos constitutivos de suas respectivas culturas.

O terceiro nível, por fim, trata do jogo enquanto objeto material (Brougère, 1998). Este nível de significação é bem evidente e intuitivo, relacionado às representações materiais, como tabuleiros, cartas, jogos digitais, entre outros. Como ressaltado no tópico anterior, essa é uma das esferas de contradição nas práticas educativas.

Vigotski (2015), por sua vez, considera que mesmo os jogos estritamente pautados em regras são essencialmente constituídos de situações imaginárias. Além disso, o autor também acredita que não são todos os tipos de jogos que oferecem uma experiência agradável, como há muito se acreditava. Para ele, as angústias também são elementos muito importantes para a aprendizagem.

Ademais, como fundamentos para o termo, alguns autores defendem que atividades só podem ser consideradas jogos se forem iniciadas e mantidas pelos próprios jogadores (Costa, 1991), voluntariamente (Huizinga, 2012).

Mesmo em nossos tempos ...continua sendo um equívoco a forma com que a educação compreende o lúdico, procurando apropriar-se dele como um instrumento de aprendizagem, estruturando-o, regravando-o, delimitando seus espaços e até horários em função de supostos objetivos pedagógicos (Pereira & Carvalho, 2003, p.212).

Os pressupostos indicados representam grandes desafios para a educação, principalmente em escolas tradicionais, visto que normalmente tem-se na escola uma quantidade considerável de estudantes por sala e um currículo geralmente pouco flexível. No entanto, apesar da dificuldade, é fundamental que os estudantes possam escolher os jogos que querem jogar e que tenham a liberdade de não jogarem se quiserem. Do contrário, caímos no risco do jogo perder sua natureza e tornar-se simplesmente um material pedagógico descaracterizado. O que talvez seja um dos pontos cruciais e mais desafiadores para a efetividade do uso de jogos no Ensino de Ciências.

Além disso, Caillois (1967) defende que jogos baseiam-se em ambientes de incertezas e de natureza improdutiva, ou seja, com fim em si mesmo. Essa colocação até hoje gera grande polêmica na comunidade acadêmica.

Se pensarmos em jogos digitais, o argumento não parece fazer muito sentido. Não são raros, por exemplo, os casos de jogadores pertencentes a comunidades virtuais que adquirem fluência em língua inglesa simplesmente jogando e interagindo com pessoas de outros lugares do mundo. Ainda que possa não ser um dos objetivos do jogador ao exercer tal atividade, não dá para dizer que a natureza produtiva é inexistente em uma situação como a relatada.

Aliás, esse talvez seja um dos caminhos para o uso de jogos na educação. Ao invés de tratarmos os jogos com base na concepção “bancária de educação”, tentando tematizar as mecânicas dos jogos com arcabouços repletos de informações descompassadas e/ou perguntas entediadas,

talvez possamos pensar nos jogos com base na “concepção libertária” de educação proposta por Paulo Freire.

Nesta perspectiva de educação, problematizadora, o jogador em uma situação de jogo não precisará se preocupar necessariamente em fazer arquivamentos bancários de informações científicas descompassadas. Ao contrário. Da mesma forma que, como no exemplo anterior, o jogador não precisa jogar um jogo bancário de inglês para aprender o inglês, talvez um estudante não precise jogar um jogo repleto de informações de ciências para aprender ciências.

Certamente temos um desafio pela frente e é justamente sobre isso que falaremos adiante. Com base nos princípios fundamentais da natureza e do significado do jogo, bem como na problematização do uso de jogos em educação, pontos já previamente elucidados, nossa próxima etapa consistirá na tentativa de correlacionar aspectos fundamentais aos jogos com componentes primordiais no ensino de ciências. Para isso, enfatizaremos a análise nos jogos digitais.

7.4 Jogos no ensino de ciências

Precedente à análise da possibilidade de uso dos jogos no Ensino de Ciências, é fundamental compreendermos um pouco melhor o papel dos modelos e das teorias científicas na construção do conhecimento.

7.5 Modelos e teorias científicas

Ao longo da história da humanidade, a ciência foi uma das formas que os seres humanos desenvolveram para tentar compreender e resolver grandes questões relacionadas à natureza. Consequentemente, como parte desse processo, tem-se o surgimento das teorias científicas.

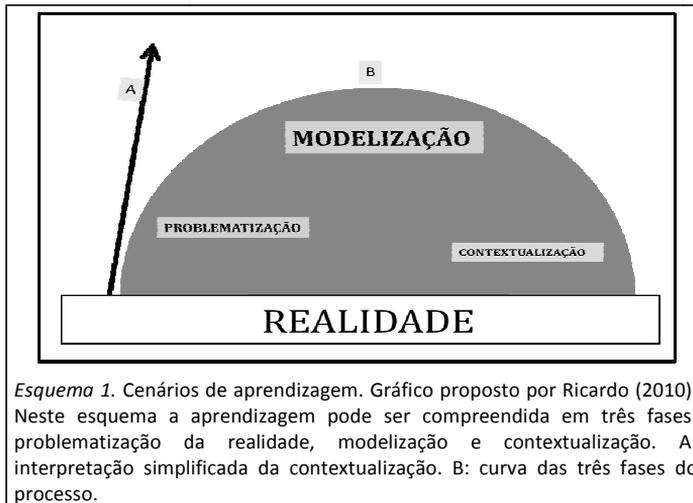
As teorias científicas, por sua vez, estão intimamente ligadas à ideia de modelo. Alguns autores defendem que modelo é uma criação cultural, destinada a representar certos aspectos elucidativos de uma realidade (Sayão, 2001), sendo geralmente utilizado como ferramenta que possibilita a compreensão, consistência e, algumas vezes, a sustentação das teorias científicas e do mundo (Morgan & Morrison, 1999).

Esses preceitos também trazem aos modelos grande importância para o ensino de ciências. Ao utilizarmos a modelização como objeto de ensino, permitimos aos alunos a possibilidade de comparações sobre formas de representar a realidade (Pietrocola, 1999), o que contribui para que os estudantes tenham mais criticidade e capacidade de discernimento perante o mundo que os cerca.

Contudo, modelos nem sempre são intuitivos. Na maioria das vezes, é necessário problematizar a realidade (Freire, 2011; Delezoicov, 2005; Capecchi, 2013) para posteriormente modelá-la, teorizá-la e compreendê-la cientificamente. Além disso, é imprescindível que esse processo seja contextualizado e correlacionado novamente à realidade (Ricardo, 2010). Isso faz da

problematização e da contextualização componentes também primordiais no ensino de ciências.

A título de elucidação dos preceitos previamente apresentados, com base também no trabalho de Ricardo (2010), podemos pensar na construção de cenários de aprendizagem para o Ensino de Ciências. Nesta perspectiva, cada cenário pode apresentar três fases básicas: problematização, modelização e contextualização, como podemos ver no esquema abaixo (esquema 1):



Para Ricardo (2010), a fase de problematização consiste no desenvolvimento de situações-problema tomando a realidade como ponto de partida, a fim de estruturar situações de aprendizagem que tenham algum significado para os alunos. Além disso, as situações-problema devem ter potencial para gerar a necessidade de apropriação de um conhecimento, que ele ainda não possui (Delezoicov, 2005), através da proposição de tarefas que não consigam realizar sem efetuar uma aprendizagem efetiva (Meirieu, 1998). Cabe ressaltar que devem ser apresentadas como problemas, de fato, mas também devem incitar os alunos a imaginarem possibilidades de solução (Ricardo, 2010), fomentando a elaboração de ideias e a criação de hipóteses que questionem suas próprias representações (Astolfi, Darot, Ginsburguer-Vogel, & Toussant, 2002).

Por intermédio desse processo de problematização da realidade, é possível compreendê-la, modificá-la e teorizá-la cientificamente através da modelização. Nessa fase, o autor acredita que serão trabalhados os saberes a serem ensinados. A contextualização, por sua vez, é a fase de retomada da realidade, mas com um novo olhar e com novas possibilidades de ação. É importante notar, por fim, que as fases não representam necessariamente uma sequência linear. Também é interessante salientarmos a semelhança dos cenários de aprendizagem no ensino de ciências com os pressupostos da perspectiva freireana libertária.

Portanto, com base no aporte teórico apresentado até o presente momento, gostaríamos de sugerir e analisar dois elementos que consideramos fundamentais à natureza do jogo, presentes principalmente nos jogos digitais, e que também constituem componentes primordiais no Ensino de Ciências: as narrativas¹⁵ e as resoluções de problemas.

7.6 Narrativas

As narrativas, recentemente destacadas como objetos de pesquisa no campo científico (Avraamidou & Osborne, 2009; Klassen, 2009, 2010, 2011), podem criar cenários de aprendizagem significativos para o ensino de ciências. Conseqüentemente, podem contribuir consideravelmente para a compreensão de modelos e suas respectivas teorias científicas. Além disso, a perspectiva permite também abordar aspectos relacionados à história, filosofia e à própria natureza da ciência, que passou a ser considerada uma das principais componentes do ensino nas últimas décadas (Lederman, 2007).

Sendo assim, narrativas de games digitais, dependendo do modo com que são construídas e trabalhadas, podem servir de instrumento para combater ideias distorcidas de ciência e seu processo de desenvolvimento, tal como a visão estereotipada do próprio cientista. Desse modo, os jogadores podem ter a oportunidade de desenvolver uma visão crítica sobre a ideia de ciência, contrária às concepções ingênuas indicadas por Gil Perez, Fernández, Carrascosa, Cachapuz e Praia (2001) e compreender que o conhecimento científico não é sinônimo de verdade absoluta, pronto e estagnado, muito menos neutro ou feito por gênios (Bricchia, 2013).

Além disso, narrativas científicas também podem apresentar-se como elementos interessantes para o ensino de ciências quando pautadas em aspectos ficcionais e, por isso, precisam ser mais exploradas (Avraamidou & Osborne, 2009). No mesmo contexto, alguns autores discutem sobre a possibilidade de explicações científicas serem entendidas como análogas a histórias (Ogborn, Kress, Martins, & McGilicuddy, 1996) e também sobre o uso de metáforas, baseadas em ontologias das entidades físicas para explicações científicas (Martins, Ogborn, & Kress, 1999). Cabe ressaltar, contudo, a importância da vigilância epistemológica para que as histórias não se tornem simplistas, desenvolvendo apenas uma sequência básica de causas e conseqüências (Viennot, 2003, 2008), além da preocupação de não induzirem a erros conceituais.

No entanto, apesar de toda a potencialidade que as narrativas apresentam para o ensino de ciências, temos um ponto fundamental que não é contemplado. Mesmo que uma narrativa nos convide a expor problemas, ela não leva-nos a uma resposta, pois não está lá para resolver as questões. Como ressalta Bruner (2002), ela apenas discute os caminhos.

¹⁵ Cabe ressaltar que as narrativas são elementos que compõem a natureza do jogo, mas não estão presentes em todos os estilos de jogos. Desse modo, aqui iremos nos ater nos games digitais constitutivamente munidos de narrativas.

Nesse sentido, percebe-se claramente que as narrativas não resolvem diretamente os problemas, componente esse presente tanto na ciência quanto nos jogos e que, portanto, também merece destaque.

7.7 Resolução de problemas

Na tentativa de validação, construção e reformulação dos modelos científicos, a resolução de problemas apresenta-se como um componente primordial na construção do conhecimento científico.

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada é dado, tudo é construído (Bachelard apud Delezoicov, 2005, p.3).

Para muitos estudantes, contudo, resoluções de problemas no ambiente escolar baseiam-se essencialmente em fazer contas e aplicar fórmulas (Escudero & Flores, 1996), muitas vezes sem qualquer significado (Costa & Moreira, 2002) que não esteja atrelado à própria ação mecânica de resolvê-los. Dentre os principais fatores elencados pelos alunos, estudos destacam a dificuldade na compreensão dos enunciados, a carência de conhecimento em aplicar teorias ou estratégias e falta de interesse e de autoconfiança (Oñobre de Torre & Sánchez Jiménez, 1996). Há, portanto, a necessidade de propostas pedagógicas que visem a superação desses desafios.

Nesse panorama, os jogos digitais representam uma opção eminente, pois apresentam grande versatilidade e aportam na resolução de problemas parte de sua natureza constituinte. Assim, de acordo com a interatividade e com a projeção do ambiente virtual, que pode estar representada através de enigmas, desafios, conflitos e narrativas¹⁶, é possível contemplar o desenvolvimento das principais perspectivas pedagógicas e metodológicas de formulação e resolução de problemas no ensino de ciências.

Desse modo, devido à versatilidade dos jogos digitais, é possível focar, ora no que alguns autores chamam de estratégias gerais de resolução de problemas, ora em estratégias ligadas a conteúdos específicos (Echeverría & Pozo Munício, 1994). Além disso, o desenvolvimento de abordagens baseadas em problemas abertos também é possível, o que torna a formulação de hipóteses algo mais factível (Gil Pérez & Valdés Castro, 1997).

Assim sendo, os games digitais podem compactuar substancialmente com autores que sugerem a formulação e resolução de problemas como um processo de investigação (Gil Pérez & Valdés Castro, 1997), através de práticas pautadas em problemas desafiadores (Aczel & Solomon, 1999) e que venham a apresentar diferentes soluções (Stewart & Rudolph, 2001). Além disso, a

¹⁶ Representações descritas com base nos trabalhos de Schuyttema (2008) e Mackee (2006).

prática também corrobora com estudos que recomendam o uso de ambientes virtuais (Reif & Scott, 1999), experimentações (Giordan, 1999) e simulações (Monaghan & Clement, 1999; Klopfer, Scheintaub, Huang, Wendel, & Roque, 2009), bem como a criação de analogias (Clement, 1998) no ensino de ciências.

Por fim, uma vez apresentadas as bases epistemológicas dos jogos e os pressupostos fundamentais do ensino de ciências, continuaremos nosso pensamento pautado agora na temática central deste capítulo: a vulnerabilidade social.

7.8 Vulnerabilidade social, jogos e o ensino de ciências

Vulnerabilidade social é uma temática que deve ser tratada com profunda seriedade, visto que não se trata de uma questão leviana, dada a complexidade do tema que envolve diversas dimensões além da cognitiva, como a afetiva e a emocional. Por isso, é fundamental que os estudantes estejam profundamente envolvidos com a temática.

Esse envolvimento pode acontecer de diversas maneiras. Assim sendo, nosso objetivo aqui é apresentar o jogo como uma ferramenta de imersão em ambientes de vulnerabilidade social. Com isso em mente, abordaremos um tema de grande relevância dentre os contextos vulneráveis existentes: a guerra.

Para isso, utilizaremos como base o jogo chamado “This War of Mine: In War, not everyone is a soldier” (figura 1), produzido pelo estúdio polonês intitulado *11bits*, vencedor de grandes prêmios internacionais¹⁷.

This War of Mine é um jogo de guerra, mas bem diferente dos tradicionais. Ao contrário da grande maioria dos jogos do gênero, aqui o jogador não controla soldados que matam combatentes inimigos como heróis nacionalistas. Neste jogo, o jogador controla um grupo de refugiados que está tentando sobreviver em uma cidade sitiada.

Sua história é baseada em turnos de dia e noite. Durante o dia, é impossível sair na rua por conta dos franco-atiradores, o que faz com que o jogador tenha tempo para arrumar o abrigo, preparar medicamentos de forma rudimentar e cuidar dos feridos. Durante a noite, os sobreviventes podem vasculhar áreas próximas em busca de alimentos, medicamentos, armas e outros itens úteis, mas sempre com o risco de serem capturados ou encurralados por caçadores hostis. Com isso, podemos notar que This War of Mine aparece como uma crítica à guerra, mostrando o lado vulnerável dela.

¹⁷ A escolha do jogo foi baseada na sua potencialidade para análise dos fundamentos teóricos referentes às relações entre vulnerabilidade social, jogos e o Ensino de Ciências. É importante notar que sua classificação no Brasil é 16 anos. Sendo assim, o jogo não poderia ser trabalhado com alunos do ensino fundamental, mas sim com estudantes do ensino médio ou em espaços alternativos de ensino, ainda respeitando sua faixa etária.

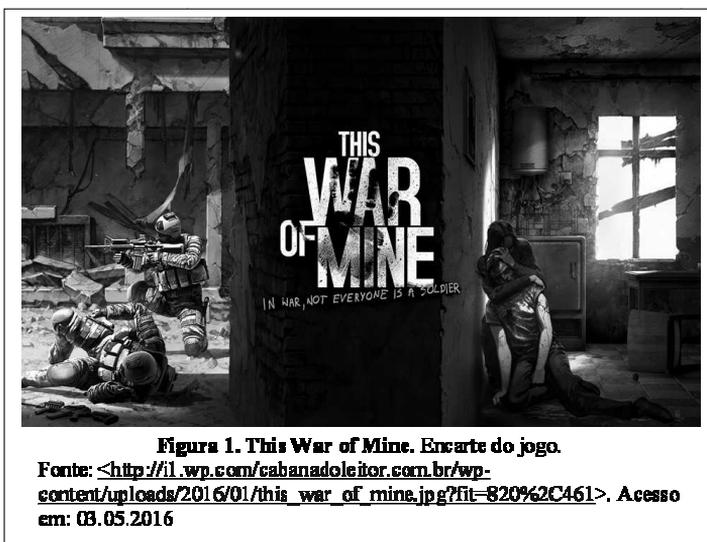


Figura 1. This War of Mine. Encarte do jogo.

Fonte: <http://1.wp.com/cabanadoleitor.com.br/wp-content/uploads/2016/01/this_war_of_mine.jpg?fit=820%2C461>. Acesso em: 03.05.2016

Além de fácil jogabilidade e grande aceitação popular, o jogo trata a vulnerabilidade com imensa severidade. Isso nos traz uma possibilidade interessante para a problematização e imersão na temática, ainda que a guerra não seja algo diretamente ligado ao cotidiano dos estudantes. Aliás, este talvez seja um dos pontos mais significativos a respeito do uso dos jogos na educação: a possibilidade de simulação com narrativas verossimilhantes às realidades sociais.

Para ilustrar a ideia, podemos analisar nossa temática através de uma situação hipotética. Vamos imaginar um estudante que vive em um contexto historicamente pacífico, sem qualquer relação direta à temática da guerra. Na situação, apesar de ser um elemento socialmente presente e considerável, talvez não seja exagero utilizarmos um dos jargões clássicos da educação para dizer que, neste caso, a guerra não faz parte do cotidiano do aluno.

A partir daqui, entramos em uma contradição delicada. Se, por um lado, algumas questões podem aparentemente não ter relação direta com o cotidiano dos alunos, por outro elas fazem parte de nossa realidade social e precisam ser apresentadas para que haja desenvolvimento crítico dos estudantes. Nesse momento, percebemos a necessidade e um dos papéis mais importantes da escola: o de servir de contraponto.

Assim, percebemos que a noção bastante difundida de tomar a ideia de realidade como cotidiano, ou realidade do aluno, apresenta-se como limitada do ponto de vista educacional. Se quisermos uma educação emancipatória, não podemos apenas partir do que as pessoas vivenciam em seu cotidiano. A escola deve servir de contraponto, como um espaço de provocações e de contato com o novo. Se perguntarmos qual a preferência de uma criança entre estudar um tema específico da escola ou fazer qualquer outra coisa, como brincar na rua,

jogar bolar, tomar sorvete ou aproveitar o ócio, o que será que ela irá nos responder? Provavelmente, a grande maioria responderá que prefere qualquer coisa, menos estudar algo novo.

Obviamente, isso não significa legitimar à escola o direito de empoderar-se opressivamente. Nenhuma instituição de ensino deve impor verdades, como comumente vemos nos conteúdos disciplinares, muito menos obrigar alunas e alunos a estudar o que não querem ou que consideram não ter sentido. Ao invés disso, a escola deve ser um espaço de dialogicidade, mas apresentando elementos novos e que possam contribuir para a ampliação da visão de mundo dos sujeitos. Contrapor é muito diferente de impor, é apresentar novos contextos e construir novos olhares.

Com base nesses pressupostos, voltemos ao nosso exemplo. De acordo com nossa análise, podemos compreender que a temática da guerra é muito importante mesmo para pessoas que vivem em locais pacifistas. Contudo, uma abordagem envolvente pode ser demasiadamente difícil, visto que não se trata de um elemento diretamente presente no cotidiano dessas pessoas.

Sendo assim, como já mencionado, os jogos podem contribuir significativamente no processo de simulação e problematização da realidade e de ambientes de vulnerabilidade social. No caso do jogo que escolhemos, um estudante pode nunca ter tido contato direto com a guerra, mas jogando um jogo com essa temática, a pessoa provavelmente se sentirá em um contexto de guerra.

No caso de *This War of Mine*, por exemplo, o jogador pode criar um personagem fictício e interagir no ambiente do jogo. Uma vez dentro do jogo, o sujeito passa a sofrer os males da guerra, constantemente se deparando com dilemas e tendo que tomar decisões difíceis e delicadas.

A título de explanação desses dilemas, gostaria de descrever uma breve anedota muito interessante que fora descrita por um jogador que conheci. Segundo ele, em um dado momento do jogo, uma das pessoas de seu abrigo estava muito ferida e precisava urgentemente de medicamentos. Na tentativa de salvar a companheira, ele saiu durante a madrugada em busca de remédios. Ao longo do percurso, acabou encontrando uma casa habitada por um casal de idosos indefesos e que estavam muito doentes. Naquele momento, de acordo com o que me fora relatado, o sujeito defrontou-se com um grande dilema: ele poderia roubar os remédios do casal de idosos e, assim, salvar sua companheira ou deixá-los em paz e não ajudar sua amiga. Por fim, acabou por decidir roubar os medicamentos. No entanto, quando voltou para a casa, percebeu que sua companheira não havia aguentado e tinha morrido durante aquela madrugada. Assim, com um sentimento de tristeza absoluta, o personagem começou a não responder mais aos comandos do jogador, entrando em um estado de depressão profunda que culminou em seu suicídio por enforcamento na noite seguinte.

As figuras¹⁸ 2 e 3 nos trazem um pouco da ideia dessas representações dentro do jogo.



Figura 2. This War of Mine. Representação de uma civil que estava doente e não conseguiu sobreviver por falta de medicamentos básicos.



Figura 3. This War of Mine. Representação de um personagem que cometeu suicídio.

Mediante dilemas como esse, os sujeitos podem empoderar-se de um pensamento mais aprofundado sobre o conceito de vulnerabilidade social. Diante dos componentes apresentados pelo jogo ao longo do tempo, os jogadores podem desenvolver elementos fundamentais para uma educação emancipatória, tais como o altruísmo, a alteridade e o senso de coletividade. Além disso, a própria natureza da narrativa do jogo assente como uma crítica à violência e ao determinismo. Isso faz com que os jogadores possam compreender os julgamentos dos personagens se colocando no lugar do outro. Mais do que isso, sentindo a dor do outro. Naturalmente, essa vivência contribui para o aumento de nossa visão e compreensão de mundo, fundamental para o desenvolvimento crítico dos sujeitos e para o empoderamento dos componentes básicos para o desenvolvimento e o exercício da cidadania.

Por fim, com base na elucidação acima, podemos perceber que os jogos podem contribuir significativamente com o desenvolvimento crítico do sujeito, mesmo em temáticas que não tenham relação direta com seu cotidiano. Tais fatos se devem, em grande parte, pela capacidade de imersão que os jogos apresentam através de simulações baseadas em narrativas verossimilhantes às realidades sociais.

Dito isso, gostaríamos de salientar também que além da narrativa verossimilhante à temática da guerra, This War of Mine também pode propiciar o desenvolvimento de preceitos científicos. Nesse sentido, no próximo tópico elucidaremos algumas diretrizes para a abordagem do jogo no ensino de ciências.

7.9 This war of mine: O ensino de ciências no jogo de guerra

Infelizmente, como discutimos anteriormente, não há como apresentar uma fórmula básica para o uso de jogos no ensino de ciências. Principalmente porque, é evidente, cada contexto

¹⁸ Figuras obtidas através da captura de telas (screenshots) do jogo.

educativo se faz distinto e peculiar. À vista disso, a ideia neste espaço é apontar elementos que possam ser trabalhados com base nos aspectos teóricos discutidos no início deste capítulo.

Conforme destacamos anteriormente, a escolha do jogo foi baseada na sua potencialidade para análise dos fundamentos teóricos referentes à relação entre vulnerabilidade social, jogos e o ensino de ciências. Sendo assim, é importante notar que sua classificação indicativa no Brasil é de dezesseis anos. Isso quer dizer que o jogo não é indicado para ser trabalhado no ensino fundamental, apenas com estudantes do ensino médio ou espaços alternativos de ensino, posto que também respeite a faixa etária indicada. Contudo, acreditamos que a análise pode ser extrapolada para outros tipos de jogos e faixas etárias, inclusive a do Ensino Fundamental.

Assim, elucidados os devidos esclarecimentos, podemos agora começar a pensar sobre como e quais aspectos educativos podem ser abordados em *This War of Mine*.

7.10 Aspectos educativos

Para a análise, propomos inicialmente a identificação de temas do jogo que possam ser relacionados com conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais da ciência. Isso pode ser feito com base na narrativa do jogo e nos desafios, que nada mais são do que problemas, componentes fundamentais tanto aos jogos quanto à ciência, já discutidos anteriormente.

Nesse seguimento, denotamos que a narrativa do jogo está eminentemente baseada na sobrevivência. Além disso, concomitantemente, também podemos perceber que os desafios estão esteados principalmente na escassez de recursos e no controle emocional dos refugiados.

Para sobreviver a essa condição de miséria, os refugiados devem criar estratégias de subsistência. Isso envolve captar recursos, fortalecer e proteger o abrigo, além do cuidado com alimentação e trato dos doentes. Como podemos observar na figura 4, muitas dessas estratégias de sobrevivência do jogo estão intimamente ligadas com princípios da ciência¹⁹.

¹⁹ Figura obtida por meio da captura de tela do jogo.

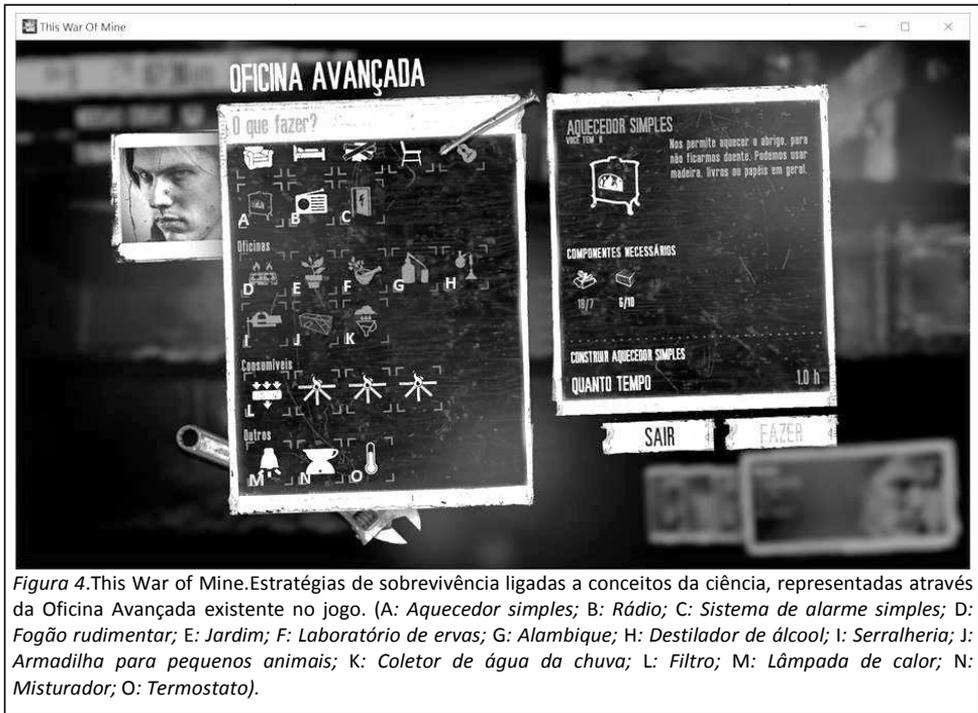


Figura 4. This War of Mine. Estratégias de sobrevivência ligadas a conceitos da ciência, representadas através da Oficina Avançada existente no jogo. (A: Aquecedor simples; B: Rádio; C: Sistema de alarme simples; D: Fogão rudimentar; E: Jardim; F: Laboratório de ervas; G: Alambique; H: Destilador de álcool; I: Serralheria; J: Armadilha para pequenos animais; K: Coletor de água da chuva; L: Filtro; M: Lâmpada de calor; N: Misturador; O: Termostato).

Para que os refugiados não fiquem doentes, por exemplo, é possível construir um aquecedor simples, que pode ser alimentado com madeira, livros ou papéis. Além disso, o jogador também é capaz de construir um coletor de água da chuva, aparato simples, mas necessário para cozinhar alimentos. Além do mais, com a fabricação de um filtro caseiro descartável é possível purificar a água captada por esse coletor. Conjuntamente, pode-se criar um jardim e usar fertilizantes para cultivar ervas, legumes e até produzir medicamentos. Com as ervas cultivadas no jardim é possível criar um laboratório de ervas, onde são produzidos medicamentos e curativos primitivos para o tratamento dos doentes e dos feridos.

A partir dessas estratégias de sobrevivência, podemos pensar nas suas relações com conceitos da ciência. Dentre os possíveis princípios, modelos e teorias científicas, podemos apontar: propriedades da matéria; conservação de energia; ciclo da água; reações químicas; separação de misturas; soluções; classificação das plantas; cuidados com a saúde; primeiros socorros; anatomia e fisiologia do corpo humano; efeitos dos medicamentos nos seres humanos; dentre outros. Ademais, cabe ressaltar que a narrativa apresentada favorece uma abordagem interdisciplinar desses conteúdos, visto que as temáticas das estratégias de sobrevivência por meio das quais tais conteúdos podem ser explorados relacionam-se também com outras áreas do conhecimento, como a economia, a sociologia e outras, além da ciência.

Outro ponto que também merece ser destacado é a forma com que a narrativa do jogo enfatiza reflexões humanitárias por meio de pensamentos profundos dos refugiados. Conforme o jogador toma decisões condenáveis do ponto de vista ético, como roubar e matar, seu personagem começa a manifestar uma série de pensamentos melancólicos, sem o controle do jogador, tais como: “será que só podemos conseguir recursos roubando dos outros?” ou “e agora, o que será daqueles pobres coitados, já que roubamos toda sua comida?”. Isso faz com que o jogador tenha a oportunidade de refletir sobre o fato de que poderiam ter sido tomadas outras decisões que levassem em consideração a dignidade da vida humana e o respeito aos direitos de outros indivíduos.

Por fim, também podemos usar a narrativa e os desafios do jogo para discutir aspectos da natureza da ciência. Para tal fim, podemos nos basear na temática do jogo para debater sobre o papel da Ciência em tempos de guerra. À vista disso, é possível se discutir, por exemplo, a relação entre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia para fins bélicos; o desenvolvimento científico e as experimentações humanas nos períodos de guerra; assim como o uso da ciência nas disputas hegemônicas de poder. Assim, é possível contrapor-se à falsa ideia de que a ciência é neutra ou de que é a representante incontestável da verdade, essa absoluta e imutável, e também é possível desvelar sua natureza proveniente de um processo sócio-histórico, além de seu importante papel como instrumento de poder e dominação.

Na sequência, apresentaremos algumas considerações sobre possíveis formas de abordagem dos jogos em atividades educativas.

7.11 Formas de abordagem

Como já foi dito ao longo de todo o capítulo, não temos fórmulas ou métodos absolutos para o uso de jogos na educação. No entanto, com base nos fundamentos da natureza do jogo, podemos apresentar algumas orientações gerais no que concerne às formas de abordagem tanto em espaços escolares formais quanto não formais.

A primeira delas diz respeito ao perfil dos jogadores. Seja qual for o contexto e o tipo de atividade pedagógica, é muito importante que se faça um levantamento prévio que mapeie as preferências dos educandos. Por um motivo muito simples: o mesmo jogo pode ter uma relação imersiva diferente a depender da pessoa que está jogando.

Sendo assim, partimos para o segundo ponto fundamental da análise: a possibilidade de escolha. Como podemos encontrar perfis de jogador diferentes em um mesmo espaço, seja uma sala de aula ou um espaço não formal, um único jogo provavelmente não contemplará todos os perfis mapeados. Por isso, uma prática que apresente variedade de jogos provavelmente terá mais chance de ser bem sucedida. Além disso, caso os jogos sejam escassos ou não tenham agradado alguns dos educandos, também podemos pensar no desenvolvimento da atividade conjuntamente com outras mídias.

Com base nessas considerações, os jogos podem ser explorados através de diversas formas de atividade. A título de exemplo, um jogo poderia ser utilizado como ferramenta introdutória de determinado conteúdo ou dentro de uma sequência didática. Nesse último caso, os educandos poderiam jogar tanto durante as aulas quanto no contraturno escolar, desde que devidamente orientados pelo educador responsável pela atividade.

No caso de *This War of Mine* essa perspectiva parece bem factível. Por conjectura, imaginando uma situação hipotética, o educador poderia suscitar estratégias para a problematização da temática da guerra através de missões a serem cumpridas dentro do jogo, durante o contraturno escolar. Subsequentemente, em sala de aula, os educandos e o educador poderiam levantar e discutir os temas sociocientíficos presentes no jogo. Nesse momento, os educandos jogadores poderiam partilhar as experiências que vivenciaram no jogo com seus pares que eventualmente venham a não ter jogado, seja por conta do desinteresse pessoal, da falta de recursos ou por qualquer outro motivo. Mais uma vez, ressaltamos que essa é apenas uma situação hipotética, haja vista que cada contexto apresenta sua peculiaridade.

Além disso, outra possibilidade seria a de desenvolver jogos com os próprios alunos. Nessa perspectiva, o educador e os educandos poderiam discutir e selecionar temas de interesse comum, talvez relacionados à própria grade curricular escolar, a fim de produzir jogos ao tempo que podem vir a estudar, quase insidiosamente, conceitos de ciência.

Nesse sentido, essa perspectiva emancipatória de educação vem à revelia da concepção bancária, informativa e disciplinar da educação, uma vez que o educador constrói projetos com os educandos e não para eles. Assim, em companhia do educador, o educando pode tornar-se sujeito de sua formação visto que, ao desenvolver projetos dessa natureza, tem-se a prevalência da autonomia e criticidade do conhecimento, baseada na dialogicidade e na superação das diferenças.

7.12 Considerações finais

Através dos elementos previamente elucidados ao longo deste trabalho, podemos discutir sobre a potencialidade e as contradições no uso de jogos na educação, com base na perspectiva Freireana. Além disso, também fizemos uma análise sobre os aspectos que fundamentam a natureza e o significado do jogo. Posteriormente, correlacionamos dois elementos que consideramos fundamentais tanto à natureza dos jogos, especialmente digitais, quanto ao ensino de ciências: as narrativas e as resoluções de problemas. Além disso, fizemos uma discussão sobre vulnerabilidade social, jogos e o ensino de ciências, tendo como base um jogo digital que aborda a temática da guerra de uma forma bem peculiar.

A título de esclarecimento, gostaríamos de aproveitar o ensejo para destacar alguns pontos importantes deste capítulo. O primeiro deles refere-se ao modo pelo qual retratamos e analisamos o jogo, ressaltando a hostilidade e os males da guerra, o que pode ter causado certo incômodo. Acreditamos que esse desconforto é necessário para que possamos ter uma visão

crítica sobre a temática, haja vista o teor dos problemas e das contradições que encontrados nos ambientes de vulnerabilidade social. Não poderíamos falar de guerra, por exemplo, sem deixar de enfatizar as relações de sofrimento, injustiça e medo. O incômodo, portanto, fora proposital e o jogo apresentou-se como um elemento de grande potencialidade durante o processo.

Além disso, consideramos que nossa análise traz subsídios para o estudo de outros jogos, principalmente aqueles que venham a apresentar narrativas interessantes para a educação. Ademais, acreditamos que este trabalho também apresenta fundamentos que permitem explorar a possibilidade de se trabalhar ciência através dos jogos. Além dos fatos acima, a análise também pode contribuir com projetos que tenham o objetivo de desenvolver jogos digitais para serem utilizados no ensino de ciências em ambiente escolar. Sendo assim, acreditamos que este trabalho poderá trazer contribuições tanto para pesquisadores quanto para professores e educadores da área do ensino de ciências.

Referências

- Azel, J. & Solomon, J. (1999). Variation and selection in two different problem-solving situations. *Research in Science & Technological Education*, 17(2), 227-238.
- Astolfi, J. P., Darot, É., Ginsburger-vogel, Y., & Toussaint, J. (2002). *As palavras-chave da didática das ciências*. Lisboa, Portugal: Instituto Piaget.
- Avraamidou, L. & Osborne, J. (2009). The role of Narrative in Communicating Science. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1683-1707.
- Brougère, G. (1998). A palavra e a coisa. In G. Brougère, *Jogo e Educação* (pp. 3-34). Porto Alegre, Brasil: Artes Médicas.
- Bricchia, V. (2013) Sobre a natureza da ciência e o ensino. In: A. M. P. Carvalho (org.), *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo, Brasil: Cengage Learning.
- Bruner, J. (2002). Pourquoi Nous Racontons-nous des Histories: Le Récita au Fondement de la Culture et Le identité Individuelle. Paris, França: Agora.
- Caillois, R. (1967). *Les jeux et les hommes*. Paris, França: Gallimard.
- Capecchi, M. C. V. M. (2013). Problematização no ensino de ciências. In A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo, Brasil: Cenage Learning.
- Clement, J. J. (1998). Expert novice similarities and instruction using analogies. *International Journal of Science Education*. 20(10), 1271-1286.
- Costa, E. E. M. (1991). *O jogo com regras e a construção do pensamento operatório* (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil).
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A. (2002). O Papel da Modelagem Mental nos Enunciados na Resolução de Problemas de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(1), 61-74.
- Delezoicov, D. (2005). Problemas e problematizações. In M. Pietrocola (Org.), *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora* (pp. 125-150) Florianópolis, Brasil: Editora da UFSC.
- Echeverría, M. P. P. & Pozo município, J. I. (1994). Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender. In I. J. Pozo Município (Org.), *La solución de problemas*. Madrid, España: Santillana.

- Escudero, C. & Flores, S. G. (1996). Resolución de problemas en nível médio: un cambio cognitivo y social. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), 155-175.
- Freire, P. (2011). *A pedagogia do Oprimido* (48 ed.). São Paulo, Brasil: Paz e Terra.
- Freire, P. (2015a). *A pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa* (51 Ed.). Rio de Janeiro, Brasil: Paz e Terra.
- Freire, P. (2015b). *A pedagogia do Oprimido* (59 ed.). Rio de Janeiro, Brasil: Paz e Terra.
- Gil Pérez, D. & Valdés Castro, P. (1997). La resolución de problemas de Física: de los ejercicios aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. *Revista de Enseñanza de la Física*, 10(2), 5-20.
- Gil Pérez, D., Fernández, I., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, 10, 43-49.
- Huizinga, J. (2012). Natureza e Significado do Jogo como Fenômeno Cultural. In J. Huizinga, *Homo ludens* (pp. 3-31). São Paulo, Brasil: Perspectiva.
- Kishimoto, T. M. (2011). O jogo e a educação infantil. In T. M. Kishimoto, *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação* (pp. 15-48). São Paulo, Brasil: Cortez.
- Klassen, S. (2009). The Construction and Analysis of a Science Story: A proposed Methodology. *Science & Education*, 3-4(18), 401-423.
- Klassen, S. (2010). The Relation of Story Structure to a Model of Conceptual Change in Science Learning. *Science & Education*, 3(19), 305-317.
- Klassen, S. (2011). The Photoelectric Effect: Reconstructing the Story for the Physics Classroom. *Science & Education*, 7-8(20), 719-731.
- Klopfer, E., Scheintaub, H., Huang, W., Wendel, D., & Roque, R. (2009). The Simulation Cycle: combining games, simulations, engineering and Science using StarLogo TNG. *E-Learning*, 6(1), 71-95.
- Lederman, N. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Orgs.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-880).
- Martins, I., Ogborn, J., & Kress, G. (1999). Explicando uma explicação. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(1), 1-14.
- Mckee, R. (2006). *Story: Substância, Estrutura, Estilo e os Princípios da Escrita da Roteiro*. Curitiba, Brasil: Ed. Arte & Letra.
- Meirieu, P. (1998). *Aprender... mas como?* Porto Alegre, Brasil: Artes Médicas.
- Monaghan, J. M., & Clement, J. (1999). Use a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. *International Journal of Science Education*, 21(9), 921-944.
- Morgan, M. S. & Morrison, M. (1999). *Model as Mediators: perspectives on natural and social science*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Nicée, S. B. (2015). Hnefate! The Viking Game. Recuperado em 25 de junho de 2015, de <http://www.gamecabinet.com/history/Hnef.html>.
- OCDE. (2012). Brazil – Country Note - Programme For International Student Assessment (PISA). *Results from PISA 2012*. Recuperado em 13 de junho de 2015, de http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2013/country_not_e_brazil_pisa_2012.pdf
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I., & Mcgillicuddy, K. (1996). *Explaining Science in the Classroom*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Oñobre de Torre, A. & Sánchez Jiménez, J. M. (1996). Dificultades em la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química I. Opiniones del alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 165-170.

- Pereira, M. A. P. & Carvalho, A. M. A. (2003). Brincar, é preciso. In A. M. A. Carvalho, C. M. C. Magalhães, F. A. R. Pontes, & I. D. Bichara (org.), *Brincadeira e cultura: viajando pelo Brasil que brinca* (pp. 119-125). São Paulo, Brasil: Casa do Psicólogo.
- Pietrocola, M. (1999). Construção e Realidade: O realismo Científico de Mário Bunge e o Ensino através de Modelos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(3).
- Reif, F. & Scott, L. A. (1999). Teaching scientific thinking's skills: Students and computer coaching each other. *American Journal of Physics*, 67(9), 819-831.
- Ricardo, E. C. (2010). Problematização e contextualização no ensino de física. In A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Física* (pp. 29-51, Coleção Ideias em ação). São Paulo, Brasil: Cenage Learning.
- Sayão, L. F. (2001). Modelos teóricos em ciência da informação – abstração e método científico. *Ciência da Informação*, 30(1), 82-91.
- Schuyttema, P. (2008). *Design de games: uma abordagem prática*. São Paulo, Brasil: Cenage Learning.
- Stewart, J. & Rudolph, J. L. (2001). Considering the Nature of Scientific Problems When Designing Curricula. *Science Education*, 85(3), 207-222.
- Viennot, L. (2008). La Physique Dans La Culture Scientifique: Quelle Place Pour Le Raisonnement. In: L. Viennot (Org), *Didactique, Épistémologie et Histoire des Sciences*. Paris, França: Presses Universitaires da France.
- Viennot, L. (2003). Raisonnement Commun em Physique: Relations Fonctionnelles, Chronologie et Causalité. In L. Viennet & C. Debru, *Enquêt sur le Concept de Causalité*. Paris, França: PUF.
- Vigotski, L. (2015). *A Formação Social da Mente* (7 ed). São Paulo, Brasil: Martins Fontes.

CAPÍTULO 8

Referentes y orientaciones curriculares para la formación de profesores de ciencias en y para la diversidad cultural, mediante el diseño de unidades didácticas con incorporación de tic. El caso de validación del impacto en contextos naturales

Diana Patricia Rodríguez Pineda

Universidad Pedagógica Nacional, México
dpineda@upn.mx

Álvaro García Martínez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
alvgarciam@hotmail.com

Dulce María López Valentín

Universidad Pedagógica Nacional, México
dvalentin@upn.mx

Rubinsten Hernández Barbosa

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
rhbjd@hotmail.com

Contenidos

Resumen

8.1 Introducción

8.2 Contexto cultural

8.3 La diversidad cultural en Colombia: el caso de la población vulnerable

8.4 La diversidad cultural en Chile: el caso de la población sorda

8.5 La diversidad cultural en México: el caso de la población indígena

8.6 Desarrollo de la investigación

8.7 Componentes didácticos para la formación del profesorado de ciencias en y para la diversidad cultural

8.8 Validación en contextos naturales de los componentes didácticos para la formación del profesorado de ciencias en y para la diversidad cultural

8.9 Interpretación del comportamiento de la CAC con relación a la Comunidad Alternativa en general desde el modelo MVA-N

8.10 Análisis de las tres funciones del modelo 'MVA-N' para la CAC.

8.11 Conclusiones

Referencias

Referentes y orientaciones curriculares para la formación de profesores de ciencias en y para la diversidad cultural, mediante el diseño de unidades didácticas con incorporación de tic. El caso de validación del impacto en contextos naturales²⁰

Resumen

En el marco del Programa ALFA III de la Comunidad Económica Europea, se realizó el proyecto de investigación ALTER-NATIVA “Referentes curriculares con incorporación tecnológica para facultades de educación en las áreas de lenguaje, matemáticas y ciencias, para atender poblaciones en contextos de diversidad”, siendo uno de los ámbitos prioritarios del proyecto la contribución al desarrollo de alternativas para fortalecer el acceso y permanencia de poblaciones diversas a la Educación en América Latina (García-Martínez, et al., 2013).

La Comunidad ALTER-NATIVA de Ciencias (CAC)²¹ se constituyó a partir de tres nodos académicos, que atendieron diferentes rasgos de diversidad: vulnerabilidad socioeconómica, sordos e indígenas, los cuales corresponden a tres países de Latinoamérica: Colombia, Chile y México, respectivamente.

Así, en primer lugar en este capítulo, se describen de manera general los tres componentes didácticos que la CAC construyó en el marco del proyecto ALTER-NATIVA. En segundo lugar se da cuenta de los resultados y análisis de la validación de estos tres componentes, en contextos naturales de formación de profesores para atender estas tres poblaciones de diversidad, bajo el Modelo ‘MVA-N’ (León y López-Mota, 2015).

Finalmente, se presentan los logros y retos del proyecto y se plantean algunas reflexiones a manera de conclusiones y consideraciones para la toma de decisiones en políticas públicas y en modelos de formación inicial y continua de profesores de ciencias naturales

8.1 Introducción

En la educación iberoamericana siempre han estado presentes diversos escenarios culturales, políticos, ideológicos y económicos. El campo de educación en ciencias no es ajeno a este hecho, y mucho menos debe serlo la formación del profesorado. En este sentido, resulta valioso para la comunidad de docentes e investigadores en este campo contar con referentes curriculares para la formación de profesores en el área de ciencias naturales, para atender poblaciones en contextos de diversidad. Es incluso más relevante cuando la enseñanza y el

²⁰ Este capítulo se vincula con el proyecto de investigación Alter-Nativa “Referentes curriculares con incorporación tecnológica para facultades de educación en las áreas de lenguaje, matemáticas y ciencias, para atender poblaciones en contextos de diversidad”, financiado en el marco del Programa ALFA III de la Comunidad Económica Europea. Para el caso de ciencias, contó con la participación de algunos de los autores de este capítulo y estuvo coordinado por uno de ellos.

²¹ Denominación que se dio al grupo del área de ciencias del proyecto, dado que ALTER-NATIVA asumió la estrategia metodológica de comunidades de práctica propuesta por Wenger (2001).

aprendizaje de las ciencias han sido considerados, desde el principio del siglo XXI, como un factor base para la movilidad social, en el marco de las políticas educativas (Unesco, 2000).

Algunas de las tareas que han de asumir los docentes en general, que caracterizan su actuación, están relacionadas con la selección, organización, planificación, diseño y evaluación de experiencias significativas de aprendizaje (Sanmartí, 2002); por lo que la elaboración, implementación y validación de unidades didácticas²², realizadas por los propios profesores en formación o en ejercicio, contribuyen a su proceso de formación y a la transformación de su práctica educativa (Rodríguez Pineda, López y Mota, López Becerra, & Flores López, 2013). Aunado a lo anterior, desde hace algún tiempo en los programas de formación inicial y permanente de profesores, se ha hecho evidente la necesidad de integrar las tecnologías de la información y comunicación (TIC), para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Sanmartí & Izquierdo, 2001).

Tomando en consideración los planteamientos de Izquierdo, Espinet, García, Pujol & Sanmartí (1999) y Sanmartí (2002), Martínez & Rodríguez Pineda (2014) conceptualizan una estrategia didáctica o unidad didáctica como:

Un dispositivo didáctico con fundamento teórico, integrado por un conjunto de actividades las cuales deberán estar diferenciadas, organizadas y secuenciadas permitiendo el desarrollo curricular. Además, dicho dispositivo debe favorecer que los alumnos puedan llevar a cabo un gran número de tareas diversas, cuyo propósito esencial sea conseguir que éstos construyan sus propios modelos explicativos –o explicaciones–, sobre los diversos fenómenos naturales (p.155).

Por lo tanto, en el presente documento se abordan una serie de planteamientos de carácter teórico y empírico, en relación con la formación del profesorado de ciencias en y para la diversidad cultural. En primer lugar, en cuanto a los planteamientos de orden teórico, se desarrollan tres componentes didácticos que consideramos fundamentales para y en la formación de profesores de ciencias, a saber: referentes curriculares para la formación de profesores; orientaciones específicas para la integración de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza de las ciencias; y objetos virtuales de aprendizaje (OVA), desde ambientes virtuales, a partir de la conceptualización de unidades didácticas. Con respecto a lo empírico, damos cuenta de los resultados y análisis de la validación de estos tres componentes didácticos, en contextos naturales de formación de profesores, para atender tres poblaciones con diferentes rasgos de diversidad.

Con los resultados de investigación que aquí se comparten, se espera contribuir al desarrollo de alternativas para fortalecer el acceso y permanencia de poblaciones diversas a la educación en América Latina (García Martínez et al., 2013), y promover innovaciones en contextos diversos y en algunos casos vulnerables.

²² En el presente texto las expresiones “estrategia didáctica” y “secuencia didáctica” son consideradas sinónimos de “unidad didáctica”.

8.2 Contexto cultural

La Comunidad Alter-Nativa de Ciencias (CAC)²³ se constituyó a partir de tres nodos académicos que atendieron diferentes rasgos de diversidad de la población estudiantil en la cual estaba circunscrito el profesorado al que se dirigió este proyecto. Dichas poblaciones fueron: estudiantes con vulnerabilidad socioeconómica y estudiantes con necesidades educativas especiales, particularmente la población de sordos; y comunidades indígenas, las cuales corresponden a tres países de Latinoamérica: Colombia, Chile y México.

Se tuvo como marco general la formación de docentes, además de la diversidad cultural propia de cada uno de estos tres países, la que se manifiesta de distintas formas y es leída por cada país a partir de su propia historia política, económica, cultural y social, entre otros aspectos. El grupo académico a cargo de liderar la construcción de los tres componentes didácticos centrales para la formación del profesorado de ciencias en y para la diversidad cultural validó dichos componentes en contextos naturales de formación de profesores. Los contextos y diversidades consideradas se señalan a continuación.

8.3 La diversidad cultural en Colombia: el caso de la población vulnerable

El desarrollo de este proyecto en Colombia se consideró como una oportunidad para dirigir la mirada hacia lo que se ha denominado comunidades en “vulnerabilidad cultural y socioeconómica”, con el fin de reflexionar y repensar la enseñanza de las ciencias ofrecida, principalmente, a comunidades en situación de desplazamiento. Inicialmente este fenómeno tiene su origen en el conflicto armado que desde hace varias décadas vive Colombia, puesto que las constantes amenazas ejercidas por los actores de la lucha armada hacia la población, la cual muchas veces se encuentra en medio del fuego cruzado entre grupos armados (y la fuerza pública), la sitúa en estado de riesgo y obliga a las comunidades a abandonar su lugar de residencia.

El otro factor que incide en el desplazamiento es la situación de pobreza y escasos recursos, lo cual motiva a las comunidades, en especial las provenientes de los sectores rurales, a buscar otras oportunidades, particularmente de trabajo, produciéndose migraciones hacia las grandes urbes. En todos los casos de desplazamiento, sin detenerse en el análisis de su génesis, los derechos humanos son vulnerados, entre otros aspectos por: desalojo, discriminación en los sitios de asentamiento, pobreza, abandono, y desarraigo territorial y cultural. Las poblaciones más afectadas son niños y niñas, tercera edad, mujeres, grupos indígenas, afrodescendientes y población campesina. Quienes viven esta situación no tienen la oportunidad de elegir sus nuevas condiciones de existencia y se ven obligados a cambiar sus costumbres y formas de vida, en muchos aspectos, para poder sobrevivir en condiciones usualmente infrahumanas.

²³Denominación que se dio al grupo del área de ciencias del proyecto, dado que Alter-Nativa asumió la estrategia metodológica de comunidades de práctica propuesta por Wenger (1998).

Un panorama como el brevemente expuesto, en que resalta la situación de la población desplazada, hace evidente múltiples dificultades, donde se referencia la falta de compromiso y la inoperancia del sistema, a pesar de los esfuerzos de las diferentes instituciones comprometidas, incluyendo el Estado. Esto muestra la necesidad de aumentar los programas dirigidos a las comunidades afectadas, y, específicamente en el caso de la educación, trabajar sobre los factores de exclusión que aumentan la vulnerabilidad de las poblaciones desplazadas en Colombia.

8.4 La diversidad cultural en Chile: el caso de la población sorda

La atención a estudiantes que presentan necesidades educativas especiales (NEE) en el sistema escolar en Chile se fundamenta principalmente en la Política Nacional de Educación Especial elaborada por el Ministerio de Educación en 2005. La educación especial es considerada como un sistema que provee servicios y recursos especializados, tanto a los establecimientos de enseñanza regular como a las escuelas especiales (Mineduc, 2010).

La atención educativa para quienes presentan NEE opera de acuerdo con dos modalidades: la escuela especial y los proyectos de integración escolar. La primera se refiere a instituciones totalmente independientes de la escuela regular, que operan con decretos que regulan el plan de estudios de acuerdo con la discapacidad que atienden. Estos marcos curriculares no se basan en la apropiación de contenidos y desarrollo de habilidades contempladas en los planes regulares de estudios, sino que proponen objetivos que apuntan a lograr un desarrollo funcional en el medio, orientado hacia el futuro desempeño de un oficio.

Respecto a la educación de sordos se ha producido un lento transitar hacia el reconocimiento de las capacidades de las personas con sordera, como beneficiarios de una formación académica regular, de la implementación de programas educativos que los potencien en áreas claves para su desarrollo. Las prácticas educativas quedaron estancadas por más de un siglo en concepciones ideológicas que, más que aportar, perjudicaron el desarrollo de la comunidad sorda en todo el mundo, retrasando el reconocimiento de la lengua de señas como primera lengua, vehículo clave para el acceso a la información, y relegándolos a actividades que no les confieren capacidades intelectuales complejas.

Los estudios que han indagado en el funcionamiento de los proyectos de integración escolar en Chile han concluido que la mayoría de las prácticas de aula e institucionales distan del modelo de inclusión, por cuanto la responsabilidad sobre los aprendizajes de los estudiantes que presentan NEE queda atomizada en los especialistas.

8.5 La diversidad cultural en México: el caso de la población indígena

Para atender poblaciones en contextos de diversidad, México ha focalizado su mirada en las comunidades indígenas. Entre los países latinoamericanos, México destaca por ser rico en diversidad cultural; según el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, su rico patrimonio en lenguas, arte y cultura convierten a México en una de las naciones latinoamericanas con mayor

legado y población indígenas. De acuerdo con datos de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas casi el 10% de la población total mexicana pertenece a la población indígena con 10.253.627 personas, entre ellas hombres y mujeres de todas las edades.

Otro aspecto que hay que destacar es que desde la década de 1930, cuando se forma el Departamento de Asuntos Indígenas, han existido varias organizaciones del Estado e independientes del mismo, que han tenido como objetivo la reivindicación de dichos pueblos y culturas. En las últimas décadas, la participación de entidades internacionales no gubernamentales han acogido la perspectiva de defensa de los derechos humanos, con el fin de disminuir la discriminación, pues los pueblos indígenas se consideran parte esencial de la diversidad cultural de un país.

Un aspecto a resaltar de los cambios que ha tenido el Departamento de Asuntos Indígenas es la creación de escuelas vocacionales (técnicas) para los jóvenes indígenas. En el caso de los profesores, en este departamento inicialmente solo se ofrecían cursos de capacitación, que eran valiosos, pero resultaban insuficientes. Esto condujo a la formación de la Licenciatura en Etnolingüística, que capacitó a 92 profesores bilingües.

Sin embargo, mejorar la calidad de la educación en las escuelas que atienden población indígena implica fortalecer los procesos de formación de los docentes del medio indígena; y revisar y reestructurar el material educativo dirigido a esta población, para así asegurar calidad, pertinencia y justicia social.

8.6 Desarrollo de la investigación

A partir de las consideraciones anteriores, en relación con la formación del profesorado de ciencias en y para la diversidad cultural, se realizó un trabajo de orden teórico y práctico que conllevó a la identificación y construcción de tres componentes didácticos que consideramos fundamentales para dicho proceso: referentes curriculares para la formación de profesores; orientaciones específicas para la integración de TIC en la enseñanza de las ciencias; y diseño de unidades didácticas con incorporación de TIC. También se realizó un trabajo de carácter empírico, ya que se validó –directa e indirectamente– el impacto de dichos componentes en contextos naturales de formación de profesores, para atender las tres poblaciones con diferentes rasgos de diversidad.

8.7 Componentes didácticos para la formación del profesorado de ciencias en y para la diversidad cultural

A continuación, se describen de manera general los tres componentes que fueron objeto de validación –directa e indirecta– por parte de la CAC.

Referentes curriculares de ciencias para la formación de profesores en el área de ciencias. El primer componente hace referencia a nueve asuntos fundamentales (ver tabla 1), que, desde el campo de la educación en ciencias, deben ser considerados en los procesos de la formación de

profesores para atender poblaciones en contextos de diversidad. Estos nueve referentes se encuentran organizados en dos grupos, que atienden los asuntos relacionados con la formación docente en el área de ciencias naturales, desde lo que denominamos la “dimensión didáctica”, y los relativos a los conceptos estructurales de las disciplinas científicas, que en el aula se convierten en los contenidos escolares y que nombramos como la “dimensión de los campos estructurantes desde los contenidos escolares”. Una breve descripción de estos referentes curriculares se presenta a continuación, aunque una descripción detallada de los mismos puede consultarse en el libro *Referentes Curriculares con Incorporación Tecnológica para la Formación de Profesores en el área de Ciencias Naturales para atender Poblaciones en Contextos de Diversidad* (García Martínez et al., 2013).

Tabla 1

Referentes curriculares para la formación de profesores en el área de ciencias para atender poblaciones en contextos de diversidad

DIMENSIÓN DIDÁCTICA	DIMENSIÓN DE LOS CAMPOS ESTRUCTURANTES DESDE LOS CONTENIDOS ESCOLARES
<p>REFERENTE 1 (R1): La formación de profesores de ciencias implica reconocer el campo de la didáctica de las ciencias como la ciencia del profesor de ciencias.</p> <p>R2: La educación en ciencias del ciudadano del siglo XXI reconoce que la formación de profesores de ciencias es el elemento central de su mejoramiento.</p> <p>R3: La formación del profesor de ciencias requiere incorporar y valorar las tecnologías de la comunicación como medio de fortalecimiento de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.</p> <p>R4: La formación del profesor de ciencias requiere contemplar de manera crítica y reflexiva la diversidad cultural que existe en la escuela.</p> <p>R5: La formación del profesor de ciencias precisa sintonizar el lenguaje, el pensamiento y la acción desde una perspectiva modelizadora como vía para el diseño del trabajo escolar.</p>	<p>R6: Las experiencias de aprendizaje en torno a la estructura y función de los seres vivos requieren incorporar y valorar el modelo de ser vivo.</p> <p>R7: Las experiencias de aprendizaje en torno a la materia y sus transformaciones requieren incorporar y valorar el modelo de cambio químico.</p> <p>R8: Las experiencias de aprendizaje en torno a los sistemas físicos requieren incorporar y valorar el modelo de interacciones.</p> <p>R9: Las experiencias de aprendizaje en torno a los organismos, el ambiente y sus interacciones requieren incorporar y valorar el modelo de biodiversidad.</p>

Dimensión Didáctica. Este primer grupo de referentes da cuenta de cinco cuestiones propias de educación en ciencias, iniciando por el reconocimiento de este campo como una disciplina autónoma.

R1La formación de profesores de ciencias implica reconocer el campo de la didáctica de las ciencias como la ciencia del profesor de ciencias. La educación en ciencias o didáctica de las ciencias es una disciplina con carácter propio dotada de una perspectiva teórica autónoma, la cual ha apuntalado su autonomía desde abordajes epistemológicos, psicológicos y pedagógicos. Los estudios de este campo tienen el propósito de entender y mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales individual o grupalmente, en todos los niveles educativos, así como de su enseñanza. Esto da lugar a líneas de investigación, como: el diseño y desarrollo curricular, la práctica docente y formación de profesores, la evaluación de los aprendizajes, los ambientes de aprendizaje y su relación con las TIC, la multiculturalidad y enseñanza de las ciencias, las relaciones entre historia, filosofía y enseñanza de las ciencias, la comunicación en ciencias, el trabajo experimental en ciencias, y la gestión escolar en el aula, entre otras.

R2La educación en ciencias del ciudadano del siglo XXI reconoce que la formación de profesores de ciencias es el elemento central de su mejoramiento. La educación en ciencias del ciudadano del siglo XXI implica la necesidad de generar procesos más adecuados de formación del profesorado de ciencias para mejorar la educación de nuestros niños y jóvenes. Por ende, la formación de profesores da lugar a una amplia línea de investigación en este campo. Los ejes fundamentales para la formación del profesorado de ciencias que influyen claramente en su enseñanza son: el eje epistemológico –visión sobre la naturaleza de la ciencia– y el eje cognitivo –visión sobre el aprendizaje.

R3La formación del profesor de ciencias requiere incorporar y valorar las tecnologías de la comunicación como medio de fortalecimiento de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. La incorporación de las tecnologías es de gran interés para la enseñanza de las ciencias, ya que su inclusión en el desarrollo de secuencias de enseñanza y aprendizaje facilita la comprensión de las ciencias en determinados modelos y teorías dada su abstracción. Tal es el caso de la realidad aumentada y el uso de los sensores en el laboratorio de ciencias que permiten a los estudiantes tener un acercamiento sobre los fenómenos macro y microscópicos, así como el desarrollo de algún fenómeno físico, químico o biológico. Los profesores en formación aprenderán a manejar las tecnologías al mismo tiempo que interpretarán los resultados obtenidos y trabajarán colaborativamente al utilizar diferentes herramientas tecnológicas.

R4La formación del profesor de ciencias requiere contemplar de manera crítica y reflexiva la diversidad cultural que existe en la escuela. El concepto de diversidad es amplio y polisémico, ya que implica el reconocimiento de diferentes aspectos. En un contexto académico y cultural involucra aspectos históricos, político-económicos, jurídicos y lingüísticos, entre otros. En el caso de la diversidad cultural, es importante recuperar otros aspectos como los epistémicos, ontológicos y axiológicos, que son difíciles de separar a la hora de analizarla. Particularmente en el campo de la educación en ciencias, es fundamental considerar otras perspectivas, visiones y conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia y los fenómenos científicos, dada la diversidad

cultural de estudiantes y profesores en los distintos contextos culturales en los que se desarrolla la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; por ejemplo, los saberes comunitarios o conocimientos ancestrales de las comunidades indígenas. Esto ha dado lugar a cuatro perspectivas teóricas: universalistas, multiculturalistas, pluralistas epistemológicos e interculturalistas.

R5La formación del profesor de ciencias precisa sintonizar el lenguaje, el pensamiento y la acción desde una perspectiva modelizadora como vía para el diseño del trabajo escolar. La perspectiva modelizadora en la enseñanza de las ciencias como vía para el desarrollo curricular y el diseño de las secuencias didácticas se fundamenta en la visión epistemológica de las teorías científicas como modelos. Estos se construyen específicamente para pensar sobre la ciencia (biología, física, química) dentro de la escuela y para comprender sus finalidades y métodos. En el aula, los modelos pueden expresarse a través de una variedad de lenguajes producto de la actividad científica escolar, entendida esta última como la construcción de modelos teóricos que permiten a los estudiantes ver e interpretar el mundo, y comunicarlo. Por ello, es indispensable que los profesores de ciencias naturales que trabajan con la ciencia escolar se tomen su tiempo para seleccionar fenómenos escolares relevantes, que impliquen la construcción de modelos escolares por parte de los estudiantes de manera análoga al trabajo científico.

Dimensión de los campos estructurantes desde los contenidos escolares. Dado que el punto de partida para la educación en ciencias son los modelos teóricos de las disciplinas, los contenidos escolares pueden organizarse en campos estructurantes del conocimiento científico. El siguiente grupo de referentes corresponde a cuatro modelos estructurantes: ser vivo, cambio químico, interacciones y biodiversidad.

R6Las experiencias de aprendizaje en torno a la estructura y función de los seres vivos requieren incorporar y valorar el modelo de ser vivo. El tema de ser vivo es referido como base para el aprendizaje de las ciencias naturales en la educación obligatoria –primaria, secundaria y bachillerato–, puesto que da cuenta del fenómeno de la vida. Un ser vivo es un sistema complejo y abierto cuyas funciones vitales tienen gran importancia en el ámbito educativo. En la ciencia escolar, este modelo, aporta conocimiento sobre diversos fenómenos y procesos, especialmente sobre los desequilibrios reconocidos como enfermedades, sus cuidados, profilaxis y consecuencias diversas, que impactan la vida social. Además, el ser vivo establece una relación estrecha con el entorno, lo cual permite atender otras temáticas centrales de la biología, como la biodiversidad y la evolución.

R7Las experiencias de aprendizaje en torno a la materia y sus transformaciones requieren incorporar y valorar el modelo de cambio químico. Si se considera la química como la “ciencia que estudia las entidades químicas y sus transformaciones”, entonces es necesario comprender qué es una transformación, cuáles son sus características y qué es lo que se transforma. Por lo tanto, el punto central de la química es el cambio químico. Con el modelo de cambio químico es posible entender fenómenos aparentemente sencillos como la oxidación de una manzana, y

reacciones más complejas como la síntesis de un colorante alimenticio. Durante el cambio químico, unas sustancias son transformadas en otras a partir de la energía contenidas en sus enlaces. Esta transformación es entendida como una reorganización de átomos, moléculas o iones en que la cantidad y tipo de átomos presentes, se conserva; premisa indispensable para comprender qué cambia y qué se conserva durante un cambio químico. Si esta idea microscópica es comprendida por los estudiantes, entonces será más fácil construir la idea de cambio químico cuando este sucede sin cambios de color, producción de gases y liberación de energía, entre otros.

R8Las experiencias de aprendizaje en torno a los sistemas físicos requieren incorporar y valorar el modelo de interacciones. La física permite simplificar el conocimiento sobre el mundo que nos rodea y lo hace, principalmente, a través de la construcción de modelos. Por ende, el modelo en la física se convierte en la realidad a partir de la cual se elaboran declaraciones, explicaciones y predicciones sobre los fenómenos físicos; relacionando lo concreto con lo abstracto, es decir, el fenómeno con el modelo, y viceversa. El flujo de un río, la alternancia del día y la noche, el movimiento de trenes ultrarrápidos –inducción electromagnética–, los terremotos, el calentamiento del agua por microondas, la formación de un arcoíris, los procesos nucleoelectrónicos, son ejemplos de fenómenos físicos que aluden a la interacciones entre la materia y la energía desde la física clásica hasta la cuántica.

R9Las experiencias de aprendizaje en torno a los organismos, el ambiente y sus interacciones requieren incorporar y valorar el modelo de biodiversidad. El modelo de biodiversidad es considerado como un modelo emergente en el campo de la educación en ciencias, puesto que, además de atender la relación de organismos-ambiente-interacciones, este concepto refiere a marcos políticos, económicos y socioculturales. Desde la perspectiva biológica se insiste en la conservación de la biodiversidad tomando en cuenta todos los niveles de organización biológica desde lo más general, como los biomas y paisajes, hasta particularidades como las poblaciones, especies y genes. La decisión sobre qué es lo importante a ser protegido es lo que ha definido la biodiversidad.

Finalmente, vale la pena señalar que estos referentes curriculares fueron el punto de partida para el diseño y elaboración de los OVA y están representados en las categorías analíticas utilizadas en el proceso de validación –descritas más adelante–, de acuerdo con la descripción de cada referente y de cada categoría; la relación entre ellos se presenta en la tabla 2.

Tabla 2

Relación entre los aspectos identificados en el proceso de validación y los referentes curriculares de la CAC

Aspectos que se tuvieron en cuenta para el proceso de validación	Referentes directamente vinculados
TIC y enseñanza (TIC)	R3
Cognición y aprendizaje (CA)	R5
Enseñanza (E)	R1, R2
Diversidad como rasgo atendido(D)	R4
Conocimiento disciplinar (CD)	R6, R7, R8, R9
Enfoque didáctico (ED)	R5
Orientación a la diversidad (O)	R1, R4

Como se puede observar en la tabla anterior, todos los referentes curriculares para la CAC están incluidos en las categorías analíticas y, por ende, incorporados de manera indirecta en la validación de los OVA.

Orientaciones específicas para la integración de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza de las ciencias²⁴

Las orientaciones específicas para la integración de tecnologías de la información y la comunicación en procesos de formación de profesores de ciencias naturales en y para contextos de diversidad se han estructurado en forma de guía. Están dirigidas a los formadores de profesores, profesores en ejercicio y profesores en formación inicial del área, si bien en el proceso de validación en escenarios naturales solo fue utilizada por los profesores que participaron en el ejercicio de validación del sistema didáctico. Las orientaciones constituyen un elemento central para el desarrollo y la formación profesional del profesor de ciencias naturales a través del uso de tecnologías, brindando pautas de diseño y desarrollo en contextos reales, de tal forma que se genere un mayor acercamiento a las poblaciones contempladas en la propuesta: indígenas, con limitaciones auditivas, y en condiciones de vulnerabilidad socioeconómica.

Desde los referentes curriculares, en las orientaciones se asume una postura sobre la formación del profesorado de ciencias centrada en el desarrollo profesional docente, que implica reconocer los ámbitos de conocimientos: el práctico y el personal, y las diferentes maneras de desarrollarlos. Esta interpretación conlleva al reconocimiento de sucesivos procesos de autorregulación como elemento central en la construcción de la profesionalidad del docente, ya que esta se asume como el conocimiento y regulación de nuestras propias actividades cognitivas en el proceso de aprendizaje. Este conjunto de procesos, ya que no es uno solo ni pertenece a un solo campo, se fundamenta en la interacción de los ámbitos de formación y desempeño del docente. Estos se van construyendo y reconstruyendo de forma permanente

²⁴Denominadas también como guías de orientación, constituyeron un cuadernillo para el trabajo de campo.

cuando el profesor o profesora interactúa con los estudiantes, otros profesores y otros actores de la escuela por su misma actividad docente, sus intereses, emociones y el medio externo a sus actividades cotidianas.

En este contexto de formación, se requieren de recursos tecnológicos para el diseño de secuencias de aprendizaje, entre las cuales se destacan herramientas para el aprendizaje de la lengua de señas, por ejemplo, el recurso multimedia Enseñas o la herramienta online Dicitiseñas. Otro recurso es el requerido para la transferencia de voz a texto, en el cual se destaca el Dragon Naturally Speaking; o aquellos relacionados con el registro de debates, como puede ser Facebook o el mismo *Moodle*. Para las presentaciones que realizan los docentes y estudiantes hay una gran variedad, desde el mismo Office con Power Point hasta Prezi. En relación con los recursos que se pueden emplear para el subtítulo de videos está Subtitle Workshop o los numerosos *software* de edición de video, por ejemplo los de Adobe Suite.

Las orientaciones se presentan en formato digital y los lectores pueden encontrar los siguientes apartados:

- Hacia la comprensión de la formación de profesorado en ciencias desde la diversidad.
- El proceso de formación del profesorado de ciencias.
- Recursos tecnológicos para el diseño de secuencias de aprendizaje en ciencias naturales para atención a la diversidad.
- Ejemplos de actividades.

Unidad didáctica: OVA de la CAC

Algunas de las tareas que han de asumir los docentes en general, que caracterizan su actuación, están relacionadas con la selección, organización, planificación, diseño y evaluación de experiencias significativas de aprendizaje; es decir, aspectos vinculados directamente con su práctica de enseñanza. La tarea de proponer, construir, experimentar y evaluar ambientes de aprendizaje, particularmente ambientes virtuales de aprendizaje(AVA), requiere que el docente reflexione antes, durante y después de su acción. En ese sentido, el desarrollo de un diseño didáctico que, como se ha establecido determina la identidad de un profesor, debe hacerse desde unas estructuras didácticas que conforman un tejido didáctico, las cuales son: la situación didáctica, la unidad didáctica, la secuencia didáctica, las actividades didácticas y el ambiente didáctico. Para la construcción del objeto virtual de aprendizaje (OVA), tomamos fundamentalmente la estructura unidad didáctica (UD), teniendo en cuenta la diversidad como fundamento para su diseño, construcción, desarrollo y evaluación. Las UD construidas por el CAC, que estuvo conformado por profesionales de tres países, se constituyeron y organizaron a partir de los campos estructurantes planteados en los referentes curriculares (tabla 3).

Tabla 3

Constitución y organización de las unidades didácticas (UD) de la CAC

País	Campo estructurante	Contexto de diversidad	Nivel educativo para el que se diseñó la UD
Colombia	Cambio Químico	Población vulnerable	Primaria y bachillerato
México	Ser vivo	Población indígena	Primaria
Chile	Interacciones –Materia–	Población Sorda	Primaria

Los OVA en el proyecto Alter-Nativa están directamente relacionados no solo con el uso de las TIC, sino con aspectos determinantes en la didáctica. Por un lado, representan una oportunidad asequible de materializar, entre otros aspectos: las relaciones didácticas con poblaciones de diferentes condiciones sensoriales, físicas y culturales, que han sido pensadas para favorecer los aprendizajes; y los contenidos escolares, que se expresan en diferentes maneras de representación y de comunicación. Por otro lado, es importante considerar lo que tiene que ver con la producción colaborativa de propuestas de diseños didácticos con incorporación de las TIC.

Si bien desde lo tecnológico un OVA es un objeto con características técnicas para poder ser almacenado en un repositorio y, aunque no hay acuerdos desde lo conceptual sobre su definición, desde lo didáctico consideramos importante destacar las siguientes características de este:

- Es un todo, una unidad instrumental y simbólica, portadora de un lenguaje específico y mediadora del aprendizaje.
- Es un medio de aprendizaje que ha sido construido para ese propósito.
- Es reutilizable porque ha sido construido para que otros puedan usarlo.
- Es un objeto de la red, porque incluye tanto las redes computacionales como las redes de apoyo, de profesionales y las redes sociales, entre otras.
- Es accesible, el contenido está dispuesto para circular en todo componente de entrada o de salida de la red y para cualquier usuario. En ese sentido, tiene características de adaptabilidad.

En cuanto a su diseño, para la construcción de un OVA es indispensable considerar dos clases de acciones: la pedagógico-didáctica, y la del diseño de la producción, edición y utilización de las tecnologías apropiadas. En cuanto a la primera acción, es necesario pensar, entre otras cosas, en los siguientes aspectos: características de los posibles usuarios, el enfoque didáctico que se adoptará, que para el caso de esta investigación fue la perspectiva sociocultural, destacando las comunidades de práctica en contextos de diversidad. También se debe pensar en los objetivos, actividades y estrategias de aprendizaje y el modelo de evaluación, entre otros elementos.

Dado que la segunda clase de acción –producción, edición y utilización de las tecnologías apropiadas– depende de una gran multiplicidad de situaciones y factores, es preciso tener presente algunos factores como los siguientes: edad, condición física, lingüística, étnica, género y económico de quien lo va a usar, ambiente geográfico y cultural donde se va a ubicar, formas de interacción que el recurso propicia, bienestar social que genera su uso, tiempo de permanencia del recurso en los espacios sociales e institucionales, y condiciones del aula y aspectos de servicios para garantizar que los equipos tecnológicos funcionen adecuadamente.

Como se mencionó anteriormente, es importante tener siempre presente las formas de interacción que el recurso propicia, es decir, la posibilidad de tener una producción colaborativa de propuestas de diseños didácticos con la incorporación de TIC. En ese orden de ideas, cobra relevancia lo que en García Martínez et al. (2014) se ha denominado dimensiones de la profesión docente mediada por las TIC, que de manera sintética se presenta a continuación en la tabla 4.

Tabla 4
Dimensiones de la profesión docente mediada por las TIC

DIMENSIÓN	ASPECTOS QUE COBIJA
Dimensión pedagógica	La integración de las TIC al acto educativo favorece procesos de aprendizaje y desarrollo de conocimiento en todas las poblaciones. La incursión en el contexto educativo, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje, debe tener propósitos y objetivos curriculares definidos. También se incluye en esta dimensión la evaluación, que debe ser considerada durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje.
Dimensión técnica	Se considera todo lo relacionado con los recursos técnicos y equipamiento, y para ello se requiere que los docentes tengan las oportunidades para familiarizarse y construir un dominio de estos sistemas, lo cual conlleva luego a diseñar, desarrollar y evaluar una UD apoyado en las TIC, diseñada a partir de sus intereses y necesidades.
Dimensión de gestión	Esta dimensión abarca tres aspectos: 1. Coherencia de la propuesta con el Proyecto Educativo Institucional (PEI). 2. La implementación curricular toma cuerpo en el aula a través de los procesos de enseñanza aprendizaje; y para ello es necesario el tener en cuenta la relación con la comunidad, pues contribuyen en gran medida a su desarrollo. 3. En consonancia con las dos anteriores, el uso de TIC puede darse para mejorar y renovar procesos de gestión curricular, y otra para mejorar y renovar la gestión institucional.
Dimensión social, ética y legal	Aunque sabemos que esta dimensión permea todas las otras, nos parece conveniente abordarla de forma independiente. Por ello es importante que estudiantes y docentes conozcan y se apropien de los aspectos sociales, éticos y legales relacionados con el uso e incorporación de TIC en un marco de respeto y compromiso de cuidado de sí mismo, de los demás y del medioambiente. La dimensión abarca también el aspecto social, lo cual posibilita el establecimiento de relaciones con otros, en este caso estudiantes y docentes en general, y da una atención especial a las nuevas formas de socialización que promueven las TIC, a la equidad, al respeto a la diversidad y al cuidado de la salud de los estudiantes.
Dimensión de desarrollo y responsabilidad	Actualmente se reconoce que las TIC son una herramienta de gran valor y de apoyo al trabajo pedagógico y didáctico, constituyéndose además en una parte

profesional	inherente del quehacer social. Por lo tanto, los docentes no pueden ser ajenos a su comprensión y uso. Para el desarrollo profesional, las TIC pueden ser una oportunidad para mejorar el desempeño docente, lo cual se puede reflejar también en el mejoramiento de los aprendizajes de los estudiantes.
--------------------	---

En cuanto a la gestión y la evaluación mediante el diseño de UD en ciencias naturales, es importante señalar que una vez planteadas las orientaciones para la elaboración de diseños didácticos se describen dos aspectos, en forma de pregunta, que consideramos relevante para el lector: ¿cómo se puede realizar la gestión en el aula mediante el diseño y uso de unidades didácticas en los campos estructurantes de las ciencias naturales, teniendo en cuenta los contextos de diversidad, mediante el uso de tecnología?; ¿cuáles aspectos son relevantes a considerar en torno a la evaluación didáctica teniendo en cuenta la diversidad en el aula?

Sobre la primera pregunta, el equipo de trabajo considera que en el ejercicio práctico del diseño de UD pueden incidir varios factores. Uno de los más importantes es el relacionado con las concepciones que los docentes tienen sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales (Rodríguez Pineda & López y Mota, 2006), las cuales, de manera implícita o explícita, se inscriben en un modelo didáctico (Sánchez & Valcárcel, 1993). En ese orden de ideas, en el diseño de una unidad didáctica el docente les concederá mayor o menor importancia a unos aspectos que a otros. Los aspectos y criterios a considerar en el diseño de una UD han ido cambiando y se han ido ajustando no solo a las nuevas visiones sobre educación, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, sino también a las características y necesidades de la población y a los recursos disponibles, incluidas las TIC.

Los aspectos a considerar en una unidad didáctica, aunque son diversos, tienen que irse entrelazando, tomando forma y ser abordados a partir de las particularidades de las poblaciones objeto de estudio. Aunque estos aspectos se determinan desde el comienzo, sus características se pueden reorientar; si es necesario, en el proceso, pues como lo anota Sanmartí (2002): “un buen diseño didáctico es aquel que mejor responde a las necesidades diversas de los estudiantes”. En la tabla 5, se muestran las fases y los aspectos que fueron necesarios considerar en el diseño de las UD que los grupos de los tres países diseñaron, desarrollaron y evaluaron (García Martínez et al., 2014).

Tabla 5

Fases y aspectos a considerar en el diseño de las UD de la CAC

FASES	ASPECTOS A CONSIDERAR
Etapa de planeación	a. Descripción y justificación de la unidad didáctica. b. Finalidades-objetivos. Selección de contenidos. c. Organización y selección de contenidos. e. Selección y secuenciación de actividades. f. Organización y gestión del aula.
Fase de diseño	En esta fase es necesario precisar las formas de proceder y las características del propio diseño metodológico. Para ello hay que retomar las particularidades en cuanto a los equipos de cómputo y la plataforma de acceso. Las necesidades a considerar tienen que ver con el tema, con los objetivos y con las actividades, las cuales a su vez deben diseñarse pensando

	en la posibilidad que ofrecen los OVA en la consecución de los objetivos propuestos. Además de considerar el tema, subtemas y los contenidos en cada uno de los OVA, así como las estrategias y el diseño de actividades, es fundamental pensar en el diseño de la interfaz, el nivel de interactividad, las simulaciones, la iconografía (imágenes, colores, tamaño y distribución en el espacio), la tipografía (tipo de letra y tamaño), y la estructura de la presentación y los mapas de navegación.
Fase de evaluación	Este aspecto se desarrolla a lo largo de las diferentes etapas de planeación y diseño, correspondientes a sus momentos y actividades. Los criterios a considerar tienen que estar directamente relacionados, por un lado, con los objetivos propuestos para la UD, y por otro, con los aspectos considerados en el diseño de la unidad, que deben ser consecuentes con lo estipulado en la fase de planeación. Para ambos casos se sugiere una evaluación interna y externa.

Respecto a la segunda pregunta y, considerando la diversidad de las poblaciones objeto en este proyecto, a continuación se resaltan algunos elementos, de manera particular, que se tomaron en cuenta para las tres poblaciones.

Para la CAC es importante que el docente tenga presente que la evaluación es un proceso dinámico y participativo; su objetivo debe estar relacionado con el objetivo mismo de la educación. La evaluación debe ser planificada, continua y estructurada. Debe ser concebida de manera integral, es decir, debe cobijar todos los ámbitos del desarrollo de un individuo, que se valoren avances, logros y dificultades. También debe ser formativa, es decir, que fomente en los estudiantes el uso de procedimientos de auto y coevaluación.

En el contexto de la evaluación han de considerarse las diferencias individuales y socioculturales, y partir del reconocimiento de la diversidad en sí misma. Estas facetas posibilitarían la emergencia de la singularidad del estudiante, quien conlleva un andamiaje y un equipamiento cultural, afectivo, social, intelectual, particular y único. Si bien en las aulas de clase existe diversidad cultural, física, social y lingüística –entre otras–, también existen grupos completos de clase que se caracterizan por poseer algún rasgo de diversidad. Sin embargo, en cualquiera de los dos casos, la evaluación debe centrarse en el seguimiento de las habilidades, conocimientos, destrezas y valores construidos y desarrollados por los estudiantes en virtud de su contexto, más que en la medida cuantitativa de saberes universales.

Con base en lo anterior, para el desarrollo de este proyecto, se construyeron tres UD –las cuales se presentan de manera resumida en la tabla 6–, que dieron lugar al diseño y elaboración de tres OVA.

Tabla 6
Las unidades didácticas de la CAC

DENOMINACIÓN	RESUMEN	POBLACIÓN
Seres vivos	Se desarrolla una propuesta de enseñanza para la construcción del modelo de ser vivo en estudiantes de educación primaria – hablantes de alguna lengua indígena–, mediante la realización de actividades apoyadas en el uso de tecnologías de la información y comunicación, en la cuales se reconoce la importancia de pensar, discutir y comunicar el conocimiento escolar de manera concreta y en un ambiente virtual.	Estudiantes de primaria del medio indígena (México)
Cambio químico	La unidad didáctica intenta desarrollar una mejor comprensión sobre el cambio químico en las poblaciones diversas en las cuales se pretende aplicar, teniendo como soporte el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (<i>software</i> con propósitos educativos). La unidad presenta varias actividades, entre las cuales se pueden reconocer actividades prácticas experimentales, actividades de construcción de textos, actividades asistidas y mediadas por computador.	Población vulnerable (Colombia)
La materia	Con la unidad didáctica se pretende desarrollar la comprensión del contenido de la materia en poblaciones con problemas auditivos, teniendo como soporte el uso de las TIC.	Poblaciones con problemas auditivos (Chile)

No podemos cerrar este apartado sin mencionar que la planeación, diseño, estructuración, desarrollo, validación y evaluación de las UD, en los tres contextos, además de ser un buen ejemplo de trabajo colaborativo y cooperativo, se hizo teniendo un marco de referencia conceptual común. Dicho marco abarcó aspectos epistemológicos de la ciencia, el reconocimiento de la importancia de la diversidad en el aula, la manera de concebir el uso de la TIC en la educación y, de manera específica, en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, también como en los procesos de cualificación inicial y continua de profesores de ciencias.

Desde los aspectos didácticos y con base en revisiones y reflexiones sobre lo que debe considerar una UD, fue necesario diseñar un modelo que diera cuenta de los aspectos que, a juicio del equipo de trabajo, se requieren. Este y otros aspectos que se sintetizan en este apartado, se encuentran en el libro *La formación del profesorado de ciencias en contextos de diversidad. Una mirada desde la mediación con las TIC y la construcción de diseños didácticos* (García Martínez et al., 2014).

8.8 Validación en contextos naturales de los componentes didácticos para la formación del profesorado de ciencias en y para la diversidad cultural

En este apartado damos cuenta de los resultados y análisis de la validación de los componentes didácticos, en contextos naturales de formación de profesores para atender tres poblaciones con diferentes rasgos de diversidad. De estos componentes solo se validaron de manera directa

los OVA diseñados para cada nodo de la comunidad –por tanto se construyeron tres OVA–. Pero dado que su elaboración se realizó a partir de los otros dos componentes didácticos –referentes curriculares y orientaciones específicas para la integración de TIC–, consideramos que estos han quedado validados de manera indirecta.

La validación se realizó a partir de tres tipos de registros (profesor –universitario–, observador²⁵, y estudiante –futuro profesor–) mediante cuestionarios diferenciados para la recolección de la información los escenarios naturales de la formación de profesores.

Los resultados obtenidos por la comunidad de aprendizaje de ciencias en escenarios naturales, respecto a la presencia de referentes curriculares en los OVA, provienen del cuestionario contestado por los profesores de las facultades de educación del área de ciencias que incorporaron los referentes curriculares y los Ambientes Virtuales de aprendizaje (AVA), y sus correspondientes OVA en sus clases. Dicho cuestionario da cuenta de siete categorías analíticas, a partir de 32 ítems o subcategorías. Las categorías son: TIC y enseñanza, cognición y aprendizaje, enseñanza, diversidad como rasgo atendido, contenidos disciplinares, enfoque didáctico –del campo de conocimiento–, y diversidad como orientación. Además los profesores contestaron un instrumento de cuatro preguntas abiertas con posterioridad al uso de los OVA en su clase.

Los datos del uso de guías y OVA se obtuvieron del instrumento contestado por los observadores de las clases impartidas en escenarios naturales de formación de profesores, cuando se usaron los OVA en el aula. Este cuestionario constituido por 40 ítems dan cuenta de ocho categorías: TIC y enseñanza, cognición y enseñanza, enseñanza, diversidad como rasgo atendido, contenidos disciplinares, enfoque didáctico –del campo de conocimiento–, diversidad como orientación, y plataforma tecnológica (uso de ATutor).

Finalmente, la información relacionada con el efecto de las guías y OVA se retomó del cuestionario contestado por los alumnos, que consta de 24 ítems que corresponden a las mismas ocho categorías del cuestionario del observador. En los tres cuestionarios se solicitó que cada ítem se valorara con un puntaje de 0 a 100, en números enteros.

El análisis de la validación se realizó bajo el Modelo de Validación ALTER-NATIVA MVA-N (León & López-Mota, 2015), en el cual un sistema didáctico –constituido por profesores, observadores, alumnos y OVA– permite dar cuenta de si el MVA-N cumple las siguientes funciones planteadas para el modelo:

- Identificación, por parte del profesor formador de profesores en el área de ciencias, de rasgos didáctico-pedagógicos, a partir de la presencia de los referentes y guías en los OVA, en el marco de las UD diseñadas por la CAC; esta función es denominada f(Id).

²⁵ El observador siempre fue un integrante del grupo de investigación en cada país.

- Interpretación, por parte de un observador externo, a partir del uso, es decir, de la práctica de enseñanza que el profesor formador de profesores realiza con sus estudiantes para profesor, con un OVA diseñado para la CAC; esta función es denominada f(1e).
- Interpretación, por parte de los estudiantes –profesores en formación–, del efecto de la enseñanza –desde la experiencia de aprendizaje– que efectúa el estudiante acerca de la docencia desplegada por su profesor cuando usa un OVA en la clase de ciencias, diseñado desde referentes curriculares particulares; esta función es denominada f(1a).

En consecuencia, la validación didáctica desde el modelo MVA-N estará determinada por la relación de los valores que toman las tres funciones antes mencionadas, de lo cual damos cuenta a continuación. Antes presentaremos una breve descripción de la población –profesores, observadores y estudiantes– que participó en este proceso en escenarios naturales.

Descripción de la población de la CAC

La validación en escenarios naturales se realizó en espacios académicos regulares de los programas de formación de profesores de los tres países de la Comunidad de Ciencias, tal como se presenta en la tabla 7.

Tabla 7

Estudiantes y profesores que intervinieron en la validación por CAC

País	Universidad	Programa educativo	Contexto de diversidad	Número de profesores	Número de observadores	Número de estudiantes
Colombia	Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC)	Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Química	Población vulnerable	2	2	11
Chile	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)	Profesorado de Educación en Ciencias	Población sorda	2	2	8
México	Universidad Pedagógica Nacional de México (UPN)	Licenciatura en Educación Primaria para el Medio Indígena (Sede UPN Oaxaca)	Población indígena	1	1	38
Total	Tres universidades			5	5	57

Resultados y análisis de la validación de la CAC

Los resultados y análisis de la validación y el cumplimiento de las funciones del Modelo MVA-N se presentan a partir de dos apartados, los que contemplan la interpretación del comportamiento general de la CAC en relación con toda la comunidad ALter-Nativa y el comportamiento particular por país desde el modelo MVA-N, y el nivel de cumplimiento de las tres funciones del modelo para la CAC.

8.9 Interpretación del comportamiento de la CAC con relación a la Comunidad Alternativa en general desde el modelo MVA-N

León & López-Mota (2015) conceptualizan el modelo de validación MVA-N desde una dimensión semántica, es decir, es un modelo sobre el que se pueden hacer afirmaciones y que permite interpretar fenómenos reales; en nuestro caso el fenómeno es la validación de los OVA de la CAC en escenarios naturales. Por tanto, a partir de este presupuesto, y en primer lugar desde el Modelo MVA-N, interpretaremos el comportamiento de la CAC con relación a la comunidad Alternativa en general²⁶; posteriormente interpretaremos el comportamiento de cada uno de los nodos locales que conforman la CAC.

En ese mismo texto, los autores muestran que los resultados macro de las tres funciones del Modelo MVA-N verifican las predicciones supuestas para la comunidad Alternativa en general – línea roja de la figura 1–. Los resultados de la CAC también evidencian el funcionamiento del modelo –línea azul–; pero, si bien el comportamiento global de CAC se mantiene cercano al de la comunidad en general, no se mantiene proporcional a él. Es decir, tanto para la comunidad en general como para la CAC se cumple un enunciado o predicción hecha para el Modelo MVA-N: “es mayor la identificación $f(Id)$ –a partir de la presencia de los componentes que fueron objeto de validación– que la interpretación de la enseñanza $f(Ie)$ –a partir del uso–, y menor es la identificación del aprendizaje $f(Ia)$ –a partir del efecto–. En resumen: $f(Id) > f(Ie) > f(Ia)$. Es decir, lo identificado teóricamente por los profesores – $f(Id)$ –, respecto a la presencia de los referentes y guías en los OVA, será mayor que la interpretación que hacen los estudiantes – $f(Ia)$ – en cuanto al efecto cuando se usa un OVA en la clase de ciencias; y la interpretación por parte de un observador del uso de los OVA – $f(Ie)$ – tendrá un valor intermedio.

²⁶Con la comunidad Alternativa en general nos referimos a la población total que participó en la validación en escenarios naturales del proyecto ALTER-NATIVA.

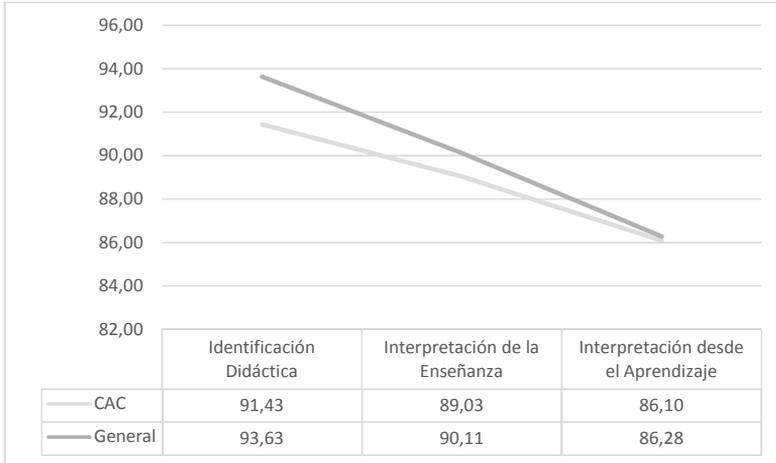
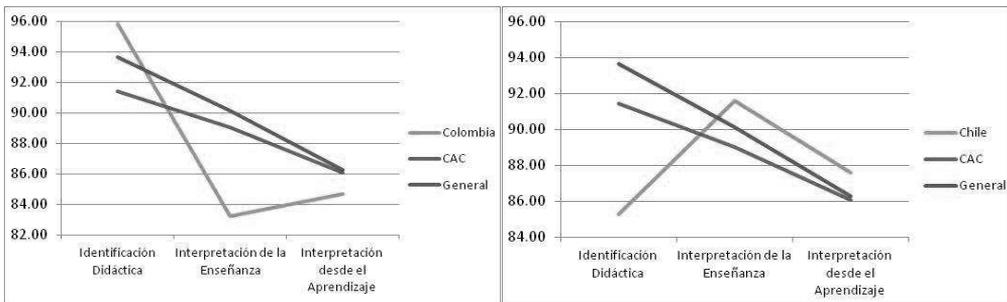


Figura 1. Comportamiento de la CAC con relación a la comunidad Alternativa en general.

En la figura 2, presentamos de manera comparativa el comportamiento en cada uno de los escenarios –Colombia, Chile y México– de la validación del CAC. En esta gráfica se puede observar cómo, a diferencia de la comunidad en General y la de CAC, para ninguno de los tres escenarios locales se cumple la predicción hecha para el Modelo MVA-N de que $f(Id) > f(Ie) > f(Ia)$. En el caso de Colombia y México, la interpretación de la enseñanza $f(Ie)$ –reportada por los observadores– no posee el valor intermedio, entre las funciones mayor de los tres valores es la que se sale de los valores esperados. En el caso de Colombia, la valoración asignada a esta función es la más baja de las tres –por debajo de los 84 puntos–; contrariamente, en el caso de México, la misma función es la más alta de las tres –por encima de los 94 puntos.



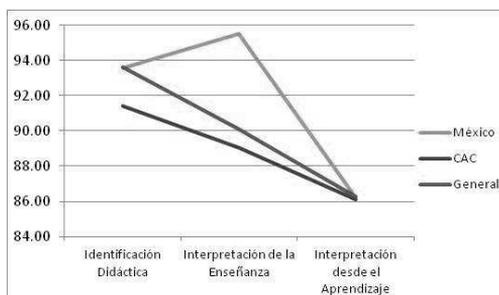


Figura 2. Comparativos del comportamiento de la CAC en escenario local.

Lo anterior puede explicarse si tenemos en cuenta las condiciones tecnológicas y contextuales en las que se realizó la validación, pues en el caso de México las condiciones de accesibilidad a la red no fueron las mejores –la UPN de Oaxaca tiene un servidor con muy poca capacidad–, y existieron muchas fallas al intentar acceder al A-Tutor. Por este motivo, tal vez la interpretación de la enseñanza reportada por el observador fue percibida de manera diferente al caso de Colombia, donde las condiciones tecnológicas fueron mejores; el observador en Colombia fue un poco más severo al interpretar la enseñanza desplegada por la profesora al usar el OVA. Además en el caso de México la diversidad es un rasgo que no necesariamente estaba presente en el aula, aspecto que fue tenido en cuenta en el momento de la valoración, lo cual se evidencia en los comentarios adicionales reportados por los observadores en los instrumentos, en los cuales manifestaron que:

- Dado que hubo problemas de conectividad en la plataforma, no imputables al desempeño del profesor, no fue posible identificar la presencia de algunas de las categorías.
- En el caso de Colombia, la docente no trabajó con los alumnos directamente lo concerniente a los OVA, los alumnos lo hicieron por su cuenta. Aunque la docente recibió la información sobre cómo entrar a A-Tutor y poder usar toda el material que allí se encuentra, quizás no tenía el dominio para poderlo hacer con sus propios alumnos.
- En el caso de México, si bien la profesora hace énfasis, en el que el OVA, está pensado para niños de poblaciones indígenas y plantea este asunto para que se genere un ambiente de aprendizaje en el aula que atienda este asunto, no todos los alumnos de la licenciatura con quienes trabajó presentan este rasgo de diversidad.

En el caso de Chile, al contrario de lo esperado por el modelo MVA-N, la función identificación f(Id) –reportada por el profesorado– tiene la valoración más baja –por debajo de 86 puntos–, cuando lo esperado en este caso es que estuviera por encima de los 92 puntos. Una posible explicación radica en que uno de los profesores valoró dos subcategorías –del aspecto de diversidad– con 15 y 50 puntos, y el otro profesor también valoró las mismas subcategorías con 52 y 67 puntos; estas subcategorías fueron:

17. La guía determina pautas docentes para el manejo del OVA según los rasgos de la población.

20. El OVA determina el nivel de flexibilidad didáctica a utilizar, según rasgo de la población atendida.

Los puntajes asignados a estas dos subcategorías del rasgo diversidad resultan ser muy bajos comparados con los demás valores asignados a las demás categorías, los cuales están entre los 80 y 100 puntos; ello implica que en el caso de Chile para dicha categoría no se identificó directamente la presencia de estos aspectos y, dado que fueron solo dos profesores, el impacto en la valoración afectó considerablemente el promedio.

8.10 Análisis de las tres funciones del modelo 'MVA-N' para la CAC.

Al realizar el análisis de un proceso es importante considerar y hacerlo desde los propios objetivos. En ese sentido, el propósito esencial de la validación fue identificar, en escenarios naturales, la presencia, el uso y el efecto de los rasgos pedagógico-didácticos en OVA, al presentarse en un sistema integrado por profesores, observadores, alumnos y el propio OVA. Ello se observó en momentos diferentes: preparación de clase, realización del ejercicio docente y reflexión sobre la práctica pedagógico-didáctica del docente. A partir del Modelo MVA-N, esto permitió que emergieran las tres funciones que ya hemos mencionado: identificación didáctica f(Id), que se establece a partir de las valoraciones dadas por los profesores; interpretación de la enseñanza f(Ie), para lo que se tiene en cuenta lo anotado por los observadores; e interpretación desde el aprendizaje f(Ia), cuyas valoraciones proceden de lo reportado por los estudiantes. Estas funciones se analizan en conjunto a partir de los promedios obtenidos para cada categoría analítica (ver figura 3).

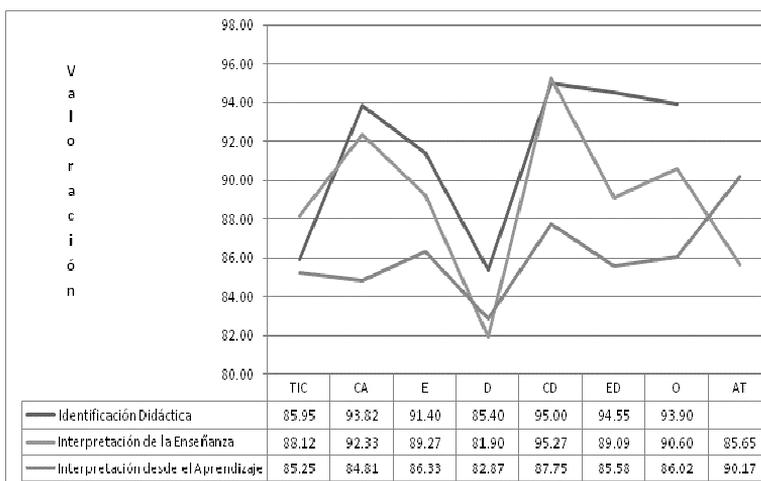


Figura 3. Las tres funciones del Modelo MVA-N en la CAC.

Identificación didáctica: el profesor interacciona con el OVA e identifica los referentes curriculares.

- Se resalta que en todos los aspectos en esta función de identificación, se obtuvieron los puntajes más altos, es decir, hay una coherencia con lo que se espera del modelo mismo, esto es, que el docente identifique todos los aspectos en los referentes curriculares. Sin embargo, no a todos les da el mismo valor, y es así como los dos puntajes más altos se los dan a los contenidos disciplinares con 95,00 y al enfoque didáctico con 94,55.
- Es decir, hay una fuerte presencia didáctica en los referentes curriculares como un recurso necesario para formar profesores de ciencias naturales en la diversidad. Esto es favorable si se piensa en los objetivos mismos del proyecto, pero también en la formación de un docente de ciencias que considere la diversidad como un elemento esencial a la hora de enseñar y los aspectos que esto conlleva, esto es, que no relegue y excluya a sus estudiantes por condiciones físicas, culturales o económicas, entre otras.
- Los puntajes más bajos en esta categoría se localizan en los aspectos de TIC y enseñanza, y diversidad como rasgo atendido, con 85,95 y 85,40 respectivamente. Esto quiere decir que no se hace tan evidente la importancia de formar estudiantes para docentes de ciencias en todos los aspectos referentes a las nuevas posibilidades que ofrecen las TIC en la enseñanza. Tampoco se evidencia la diversidad como elemento importante a fortalecer en procesos formativos. Esto se destaca desde aspectos comparativos con las otras categorías, ya que el valor de 85 de estas categorías no es bajo en relación con todo el proceso desarrollado y de la evidencia general analizada.

Interpretación de la enseñanza: el profesor interacciona con OVA en clase, se evidencia una interpretación didáctica a los ojos de observador en forma de enseñanza.

- En esta categoría los puntajes más altos se presentaron en conocimientos disciplinares con 95,27, y cognición y aprendizaje con 92,33. Al respecto, consideramos que los observadores reconocen la importancia que tienen los conocimientos disciplinares a la hora de enseñar ciencias naturales y lo valoran por encima de otros aspectos que cubija la categoría. Lo mismo sucede en el aspecto relacionado con la cognición y el aprendizaje.
- El puntaje más bajo estuvo en el aspecto de diversidad, lo cual no es coherente con lo esperado, que era que este aspecto fuera tenido en cuenta a la hora de usar el OVA y adaptarlo a las necesidades.
- El otro puntaje más bajo estuvo en el uso de la plataforma tecnológica ATutor como se observa en la figura 3, ya que la valoración de los observadores fue baja (85,65), comparada con los otros aspectos. Este dato requiere que se haga un monitoreo y seguimiento más puntual del uso de ATutor.

Interpretación desde el aprendizaje: el profesor interacciona con OVA en clase, se evidencia una interpretación didáctica a los ojos de alumnos en forma de aprendizaje. Las valoraciones hechas por los estudiantes permiten anotar que:

- El puntaje más alto se lo dan precisamente al uso de ATutor con 90,17, esto quiere decir que los estudiantes perciben el uso de ATutor por parte de los docentes, sin embargo, se esperaría que aspectos relacionados con este ítem como TIC y enseñanza tuviesen puntajes similares, y esto no ocurre.
- El puntaje más bajo, con un valor de 82,87, fue el de diversidad. Se puede interpretar que no fue clara la incidencia en los estudiantes de los referentes que hacen alusión a la importancia de formar a los estudiantes para profesor en las posibilidades que tienen los contextos interculturales y pluritecnológicos para el aprendizaje de las ciencias naturales.

8.11 Conclusiones

Finalmente, se presentan los logros y retos del proyecto, y se plantean algunas reflexiones a manera de conclusiones y consideraciones para la toma de decisiones en políticas públicas, y en modelos de formación inicial y continua de profesores de ciencias naturales.

Los resultados del análisis de la validación de los OVA, por la comunidad de ciencias (CAC), basados en los referentes curriculares y las orientaciones específicas para la integración de las TIC en tres países y con poblaciones con diversidad cultural (Colombia: desplazados; Chile: sordos; México: indígenas) señalan que:

- Las acciones del docente de ciencias en el aula son el producto de sus planteamientos de carácter teórico y empírico, que requiere repensar la enseñanza de las ciencias en y para la diversidad cultural.
- La importancia que tiene el sistema de validación en escenarios naturales, permite identificar fortalezas y debilidades del sistema en acción que se pone a consideración de mejorar sus componentes, estructuras y coherencia con los referentes teóricos y lo que se espera del mismo.
- El comportamiento de validación del modelo general respecto a la CAC presenta una tendencia semejante y decreciente, respecto a la identificación (93,63 frente a 93,43), interpretación de la enseñanza (90,11 frente a 89,02) e interpretación del aprendizaje (86,28 frente a 86,19), respectivamente. Por lo que podemos afirmar, que el MVAN “se ajusta” perfectamente al modelo general.
- Para el análisis de promedios de cada elemento del modelo (presencia, uso y efecto), para empezar respecto a la interacción presencia-profesores, los puntajes más altos obtenidos fueron el enfoque didáctico y la diversidad (95,55 y 95,40, respectivamente). Los puntajes más bajos de esta categoría fueron los relacionados con TIC y enseñanza, y enseñanza (88,45 y 91,40, respectivamente). Mientras que la dupla impacto-estudiante el nivel más alto es el referente al uso del ATutor y el más bajo es identificado en la componente diversidad.

- Finalmente, respecto al análisis de promedios de cada categoría por los tres países participantes, podemos decir que los valores más bajos los presenta Chile (por debajo del promedio general); de manera opuesta, Colombia obtiene los valores más altos respecto al promedio general. México se sitúa por encima del promedio general y por debajo de Colombia, y por encima de Chile. Los tres países muestran valores bajos respecto a la diversidad y valores altos respecto al conocimiento didáctico.

Referencias

- García Martínez, A., Molina Andrade, A., Hernández Barbosa, R., Mosquera Suárez, C., Merino Rubilar, C., Rodríguez Pineda, D. P., & Flores López, M. L. (2013). *Referentes Curriculares con Incorporación de Tecnologías para la Formación del Profesorado de Ciencias Naturales en y para la Diversidad*. A. D. López y Mota & M. Borja Orozco (Eds.). México, D. F., México: Universidad Pedagógica Nacional/Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- García Martínez, A., Merino Rubilar, C., Rodríguez Pineda, D. P., Hernández Barbosa, R., Reyes Cárdenas, F., Abella Peña, L., & Guevara Bolaños, J. (2014). *La formación del profesorado de ciencias en contextos de diversidad: una mirada desde la mediación con las TIC y la construcción de diseños didácticos*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, P., Pujol, R., & Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias, Número extra*, 79-91.
- León, O. & López-Mota, A. (Eds.) (2015). *Validación de objetos virtuales de aprendizaje en escenarios naturales. El caso del Proyecto ALTER-NATIVA*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. En prensa.
- Martínez, C. & Rodríguez Pineda, D. (2014). Estrategia didáctica para promover la modelización del fenómeno de la nutrición de las plantas verdes. En Coordinación Posgrado (Ed.), *Algunas miradas de la investigación educativa desde el posgrado de la Universidad Pedagógica Nacional* (pp. 149-162). México: UPN-Horizontes Educativos.
- Mineduc. (2010). *Normativa y Desafíos Actuales en Educación Especial*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación -Unidad de Educación Especial.
- Rodríguez Pineda, D. P. & López y Mota, A. D. (2006). ¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? Tres estudios de caso de profesores de secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(31), 699-719.
- Rodríguez Pineda, D. P., López y Mota, A. D., López Becerra, C., & Flores López, M. L. (2013). El campo de Educación en Ciencias: una mirada desde la UPN. *Revista Entre Maestr@s*, 13(46), 60-67.
- Sánchez, G. & Valcárcel, M. V. (1993). Diseño de Unidades Didácticas en el Área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid, España: Síntesis Educación.
- Sanmartí, N. & Izquierdo, M. (2001). Cambios y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique*, 29, 71-83.
- Unesco. (2000). *Contacto. Boletín Internacional de la UNESCO de Educación Científica, Tecnológica y Ambiental*. 25(3-4). Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001462/146293s.pdf>
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

CAPÍTULO 9

Estrategias de enseñanza de ciencias naturales para el nivel primario en aula multigrado para estudiantes con discapacidad intelectual y dificultades de aprendizaje

Josefina Violeta Morales Payán

Dirección General de Currículo,
Vice-ministerio Asuntos Técnicos y Pedagógicos,
Ministerio de Educación,
República Dominicana
Josefina.morales@miner.d.gob.do
violetaster@gmail.com

Contenidos

Resumen

9.1 Introducción

9.2 Discapacidad intelectual (DI)

9.3 Dificultades de aprendizaje (DA)

9.4 Procesos de enseñanza–aprendizaje de las Ciencias Naturales en estudiantes con discapacidad intelectual (DI) y dificultades de aprendizaje (DA)

9.5 Selección de estrategias pedagógicas adecuadas

9.6 Diseño metodológico

9.7 Desarrollo de la experiencia

9.8 Conclusiones

9.9 Agradecimientos

Referencias

Estrategias de enseñanza de ciencias naturales para el nivel primario en aula multigrado para estudiantes con discapacidad intelectual y dificultades de aprendizaje

Resumen

A partir de la observación del desarrollo de clases de Ciencias Naturales, en un aula multigrado del nivel primario, se analizaron diferentes estrategias pedagógicas empleadas por una maestra y doce estudiantes (nueve niños y tres niñas) con edad entre 7 y 10 años en un aula multigrado de 2°, 3°, 4° y 5°. Presentando cinco de estos estudiantes discapacidades intelectuales, tres dificultades de aprendizaje, y cuatro estudiantes sin discapacidades. Estas estrategias desarrolladas durante procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales fueron la formulación de preguntas, uso del cuaderno o portafolio, incorporación de las TIC (observación de videos, uso de tabletas y laptops, videojuegos), manipulación de objetos y elaboración de estructuras con bloques, dibujos de murales y carteles, escritura de cuentos. Se identificaron estrategias relevantes como el uso del cuaderno, la incorporación de las TIC, y la formulación de preguntas en la obtención de aprendizajes.

9.1 Introducción

Los estudiantes con algún tipo de discapacidad requieren de atención especial, porque tradicionalmente han estado excluidos de los sistemas educativos. La inclusión o educación inclusiva sigue siendo un reto para los sistemas educativos, constituyéndose en un proceso en permanente construcción; al momento no hay sistema educativo que haya podido garantizar su cumplimiento total. Insertar la diversidad en el aula implica inclusión, incorporación de adaptaciones curriculares, flexibilidad de temáticas, diversidad de estrategias, participación en trabajos colaborativos, entre otros aspectos.

La discapacidad se entiende como toda limitación en la actividad y restricción en la participación, que se origina en una deficiencia que afecta a una persona en forma permanente para desenvolverse en su vida cotidiana dentro de su entorno físico y social (OMS, 2015; García, 2005). Dicho concepto evoluciona, y resulta, de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con los demás (ONU, 2006).

Existen discapacidades como las visuales, auditivas, altas capacidades y los trastornos del espectro autista (TEA). Este estudio tomará en cuenta las referidas a discapacidades intelectuales (DI) y dificultades de aprendizaje (DA).

9.2 Discapacidad intelectual (DI)

Trastorno que se inicia durante el período de desarrollo de la persona, incluye limitaciones del funcionamiento intelectual y del comportamiento adaptativo en los dominios conceptual, social y práctico. Se han de cumplir tres criterios mediante pruebas clínicas y evaluaciones estandarizadas individualizadas para la detección de la discapacidad intelectual:

1. Deficiencia en las funciones intelectuales como razonamiento, resolución de problemas, planificación, pensamiento abstracto, aprendizaje académico, y aprendizaje a partir de la experiencia.

2. Deficiencia en el comportamiento adaptativo, cuya falencia no permite el cumplimiento de los estándares tanto de desarrollo como socioculturales para la autonomía personal y la responsabilidad social, por lo que es necesario un apoyo continuo (Schalock et al., 2010). Es por ello que las deficiencias adaptativas limitan el funcionamiento en las actividades cotidianas, como la comunicación, la participación social, la vida independiente en sus múltiples contextos como el hogar, la escuela, el trabajo y la comunidad.

La discapacidad intelectual se caracteriza por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento intelectual como en la conducta adaptativa, abarcando manifestaciones en habilidades adaptativas conceptuales, sociales y prácticas. Esta discapacidad aparece antes de los 18 años (Schalock et al., 2010).

Actualmente, la discapacidad intelectual se trata como el desajuste entre las capacidades de la persona y las demandas de su ambiente (Verdugo Alonso & Schalock, 2010). Es por ello que las dificultades que presentan los estudiantes pueden estar vinculadas con el desarrollo de competencias relacionadas con la resolución de problemas, el pensamiento lógico, la memoria, la percepción y el margen de atención.

9.3 Dificultades de aprendizaje (DA)

Las dificultades de aprendizaje se presentan con frecuencia, y generalmente se manifiestan como problemas específicos en el desarrollo y la adaptación escolar. Estas dificultades involucran bajo rendimiento académico y problemas en la adquisición de los aprendizajes escolares básicos (Jarrett, 1999). Los estudiantes con dificultades de aprendizaje pueden presentar problemas de comprensión lectora, de comunicación en torno al vocabulario científico, en conceptos básicos de ciencias, en la realización de operaciones matemáticas sencillas, finalizar las tareas o tener poca interacción con los compañeros de clase, presencia de baja atención, escasa memorización, y poca sincronización en sus destrezas de organización (Jarrett, 1999).

9.4 Procesos de enseñanza–aprendizaje de las Ciencias Naturales en estudiantes con discapacidad intelectual (DI) y dificultades de aprendizaje (DA)

Estudiantes con DI o DA pueden ser beneficiados durante el desarrollo y aplicación de procesos y destrezas científicas como la observación, clasificación, predicción, inferencia. La asignatura Ciencias Naturales es la más amigable para el desarrollo de estudiantes con todo tipo de discapacidad(Norman, Caseau, & Stefanich, 1998; Salend, 1998).

Los beneficios potenciales de la educación en ciencias para estudiantes con discapacidades incluyen:

- Desarrollo de habilidades que involucren la resolución de problemas y las destrezas de razonamiento a partir de las actividades científicas.
- Ampliación de experiencias para estudiantes que tienen prácticas limitadas.
- Manejo de destrezas y conocimientos.
- Actividades de aprendizaje con materiales concretos.

La selección de temáticas de interés, vinculadas a situaciones del diario vivir, así como la introducción de temas transversales (Salend, 1998), la integración de otras asignaturas como Ciencias Sociales, Lengua Española, Matemáticas, y Educación Artística (Salend, 1998), vinculado este proceso al uso de materiales y recursos concretos dimensionan los beneficios para los estudiantes. Las instrucciones o consignas deben ser muy claras y precisas, y se deben organizar rutinas para agilizar el desarrollo de procesos que pudieran tomar mucho tiempo, ante la necesidad que tienen estos estudiantes. Además es útil acompañarse de herramientas esenciales como las tecnologías de información y comunicación (TIC), por la posibilidad de que su integración favorezca cierta independencia en la adquisición de los conocimientos a través de su mediación.

Estrategias como la formulación de preguntas divergentes, uso del cuaderno y manejo de las TIC están caracterizadas por enfoques que propician la construcción y movilización de conocimientos a nivel general, acompañadas por la aplicación de otras a nivel individual, destinadas a facilitar la inclusión de los estudiantes con discapacidad intelectual y dificultad de aprendizajes en el aula. En general, los estudiantes con discapacidades pueden ser exitosos en una clase donde se formulen preguntas, pero es oportuno considerar otras actividades a desarrollar en el aula como el uso del cuaderno y de las TIC, trabajos colaborativos, manipulación de objetos, entre otros.

9.5 Selección de estrategias pedagógicas adecuadas

Cuando el docente es capaz de eliminar las barreras curriculares utilizando diferentes estrategias y actividades, recursos y materiales variados, así como tareas y evaluaciones estimulantes, está promoviendo el desarrollo de destrezas en espacios inclusivos (Taylor,Therrien, Kaldenberg, Watt, Chanlen, & Hand, 2011).

Preguntas

La enseñanza de las Ciencias Naturales, basada en la formulación de preguntas, prioriza el uso de las ideas fundamentales que caracterizan la naturaleza del área, antes que la memorización de hechos. Estudiantes con discapacidad intelectual o dificultad de aprendizaje pueden ser exitosos en una clase donde se enfatice el uso de preguntas (Mastropieri & Scruggs, 1992; Stavroussi, Papalexopoulos, & Vavougiou, 2010). La formulación de preguntas por parte del docente favorece que el estudiante se vaya adentrando en la temática, le permite elaborar sus propios conceptos, construir una estructura para su propio aprendizaje, y le da una guía para realizar sus apuntes o contestar otras preguntas.

Uso de textos

Se ha comprobado que el uso de textos es, a menudo, una barrera para los estudiantes con dificultades de aprendizaje, observándose que es oportuna la utilización de diferentes recursos, materiales y medios sin circunscribirse a un texto específico, de tal manera que los textos sean reemplazados por experiencias concretas; y que la selección de actividades y experiencias de aprendizaje sean enfocadas en torno a las grandes ideas de la ciencia (Taylor et al., 2011), apoyado en la formulación de preguntas.

La utilización de instrucciones explícitas, de consignas o de rutinas, mediante el uso de artículos de la web, de informaciones de periódicos y otros recursos podrían ser estrategias que posibilitarían la adquisición de términos científicos, como también para la escritura y la comprensión lectora (Ciullo, Falcomata, Pfannenstiel, & Billingsley, 2015).

Utilización del cuaderno

El cuaderno de trabajo se utiliza para que los estudiantes logren plasmar sus conocimientos y saberes, realicen dibujos y esquemas, y también sus tareas. Además puede ser utilizado como elemento para evaluar los logros y avances adquiridos durante el proceso de aprendizaje. Los avances en lectoescritura se hacen evidentes, así como queda registrado el desempeño en nuevos términos científicos. Las temáticas que se han ido trabajando a lo largo del año escolar, ofreciendo sus productos escritos (Salend, 1998) para que tanto los docentes como los padres chequeen y observen los progresos y logros obtenidos también son parte del proceso de evaluación o indicador de logro de los avances adquiridos por los estudiantes.

El uso del cuaderno es una herramienta útil por la necesidad de que los estudiantes discapacitados trabajen en la representación o interpretación de su realidad, como es el caso del fenómeno del niño y los elementos naturales plasmados en el mural como: lluvias, inundaciones, tormentas, rayos, árboles derribados, pérdida de animales, otros.

Uso de las TIC

Dado que las ciencias naturales es una de las materias objeto de dificultades para estudiantes con discapacidad intelectual, porque para ellos representa una complejidad tanto en el uso del vocabulario científico como en la construcción de los conceptos y procesos que se desarrollan en ella, es necesario que el docente incorpore recursos adicionales, propiciando que el número de estudiantes exitosos aumente y lleguen a ser promovidos a grados superiores.

La tecnología puede proveer a los estudiantes de estos recursos adicionales, de tal manera de que pueda servir de andamio para apoyar eficazmente el desarrollo de los conocimientos científicos. Las actividades científicas requieren de procesos que necesitan múltiples instrumentos y herramientas. Los recursos tecnológicos como los videos son de gran utilidad, ya que permite que los estudiantes intervengan en procesos visuales, pictóricos, auditivos, que incorporan sonidos, imágenes, ilustraciones, tablas, textos, gráficos (Salend, 1998). De igual manera, el uso de videojuegos añade el aspecto táctil e instruccional, que si son manejados junto a correctores ortográficos se convierten en herramientas útiles para impulsar procesos de lectoescritura correctos. Todo esto favorece la capacidad de organizar informaciones, seleccionar materiales, vinculando así nuevos conocimientos sobre la temática originalmente presentada, y promoviendo a su vez la adquisición de términos científicos con propiedad.

El uso de la tecnología provee vías ilimitadas para que los estudiantes con discapacidad puedan desarrollar competencias relacionadas con la alfabetización científica, en que se promuevan o incrementen habilidades y destrezas como la resolución de problemas, gusto por las actividades científicas, trabajos colaborativos o de desarrollo individual.

La utilización de información en formatos digitales diversos posibilita la introducción de nuevas temáticas, porque posiblemente favorece la adquisición de conocimientos científicos a través de múltiples y flexibles métodos de instrucción.

Trabajo colaborativo

Tanto en ciencias como en matemáticas los estudiantes al trabajar en forma cooperativa pueden resolver problemas y desarrollar destrezas que por sí solos no podrían. El trabajo colaborativo es una estrategia importante para la adquisición de conocimientos y de destrezas sociales en un aula inclusiva. La colaboración permite que los estudiantes participen en lluvia de ideas, se hagan preguntas, compartan ideas, clarifiquen dudas y presenten soluciones a problemas planteados. La utilización de trabajos grupales posibilita el establecimiento de una pequeña comunidad donde la comunicación acerca de sus experiencias y las posibles soluciones encontradas enriquecen sus aprendizajes, y más si va acompañada de un compañero tutor que les da apoyo en todo momento (Mastropieri & Scruggs, 1994).

Dibujos, modelajes y armado con bloques

Para la visualización de determinadas situaciones, explicación de asuntos complejos o abstractos (Jarrett, 1999), la interpretación de conceptos o la ilustración de relaciones es importante el uso de los dibujos, los modelos y el armado con bloques; además permite que se desarrolle coherencia a través de movimientos, sicomotricidad y el equilibrio en estudiantes con problemas de sincronización.

9.6 Diseño metodológico

El trabajo se realizó en un centro educativo privado con jornada extendida de ocho horas, en el cono urbano de la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana. La clase que se observó estuvo constituida por una maestra y doce estudiantes (9 niños y 3 niñas) con edad entre 7 y 10 años en un aula multigrado de 2°, 3°, 4° y 5° del nivel primario. Cinco de estos estudiantes presentaban discapacidades intelectuales, tres dificultades de aprendizaje y cuatro estudiantes sin discapacidades.

Las técnicas utilizadas fueron análisis documental, entrevistas directas, observación directa no participante, y un programa de visitas a diferentes sesiones de clases sobre una temática de ciencias naturales.

Las entrevistas se realizaron a la directora, docentes, padres y madres, con el fin de obtener su percepción sobre las experiencias de los estudiantes. Se realizaron además conversatorios con otros padres y madres para retroalimentar con base en elementos fiables y evidencias, y de esta manera enriquecer la experiencia.

El cuestionario de observación no participante se completó durante cada una de las sesiones de las clases de Ciencias Naturales, y se acompañó con visitas a todos los espacios y procesos que realizaron los estudiantes. Se registraron datos, se tomaron notas, se participó en refrigerios, meriendas y recreos, así como en momentos de descanso. La observación de múltiples situaciones, revisión de las bibliografías, de los libros de texto y de consultas, los recursos y materiales utilizados permitieron un conocimiento más profundo del quehacer de los estudiantes.

9.7 Desarrollo de la experiencia

El centro educativo donde se realizó el estudio del caso propicia la educación inclusiva, y desde esta perspectiva se trabaja. El principio en que se fundamenta el centro es que todos los estudiantes deben aprender juntos, y se hace caso omiso de las dificultades y diferencias siempre que sea posible. Los estudiantes sin discapacidad apoyan a los discapacitados en trabajos colaborativos, haciendo las veces de compañero tutor, dando apoyo, retroalimentación y ejerciendo responsabilidad en tareas que revisten dificultad para sus pares.

Se identificaron diferentes recursos y estrategias pedagógicas que permitieron que los estudiantes discapacitados adquirieran aprendizajes significativos durante el desarrollo de la temática, los cuales sirven de referente útil para sus vidas.

Se utilizaron recursos variados para la obtención de mayor capacidad de respuesta de los estudiantes, como entrega de material fotocopiado para el desarrollo de las temáticas, observación de videos, manejo de juegos interactivos, uso del cuaderno o portafolio, narraciones, y escritura de cuentos. Las anécdotas e historias acerca de fenómenos o eventos pasados relacionados con las ciencias naturales, como la ocurrencia de ciclones, huracanes. La utilización de consignas y rutinas, manejo de las Tics, formulación de preguntas, manipulación y construcción con bloques, así como la realización de dibujos y murales.

Se observó que los programas de estudio del centro escolar regularmente se adaptan a las necesidades de estos estudiantes discapacitados y no al revés. Por lo que en la temática de ciencias desarrollada se tuvieron en cuenta las experiencias y necesidades de los estudiantes, así como sus intereses y motivación por el tópico, la cercanía de la temporada ciclónica en la región del Caribe, las noticias sobre sequías y compra de agua para abastecimiento de la escuela y de sus casas, abordándose de esta manera el contenido referido al fenómeno de El Niño. Esta temática de carácter transversal resultó propicia para ser estudiada desde diferentes aspectos y áreas curriculares. El desarrollo del fenómeno de El Niño está vinculado al cambio climático, la formación de huracanes, ciclones, inundaciones, pérdida de la biodiversidad, factores que generan una gran motivación para su aprendizaje. Esto es así por el deseo que suscita dicha temática para conocer cómo se originan, las consecuencias y la posibilidad que encierra de realizar múltiples actividades, partiendo siempre de lo concreto, de lo cercano al estudiante.

Cuando se dio inicio a la clase, la docente entregó a cada estudiante un material fotocopiado sacado de la Internet sobre el fenómeno de El Niño, y cada uno lo pegó en su cuaderno. Luego se dio inicio a su lectura y cada estudiante leía algunas líneas o párrafos. La maestra animaba y estimulaba a leer a todos y luego se comentaba cada párrafo, a través de las preguntas que les hacía la profesora.

Algunas de las preguntas formuladas durante el proceso de interrogación científica fueron:

- ¿Qué es el fenómeno de El Niño?
- ¿Qué puede ser este fenómeno?
- ¿Qué crea este fenómeno?
- ¿Qué crea el fenómeno de El Niño?
- ¿Cuántos términos científicos hay en la lectura?
- ¿Cuál es la duración en la actualidad del fenómeno de El Niño?
- ¿Cuáles países son afectados por este evento?

Durante su ejercicio, La docente explicó que trabajó a nivel de formulación de preguntas para el ordenamiento cerebral, que es muy necesario en los estudiantes discapacitados. Los estudiantes

dieron sus respuestas acerca del fenómeno de El Niño, utilizando términos científicos como tsunami o la temperatura de las aguas, y fueron animados al uso del diccionario o de la Web para ampliar sus conocimientos o superar algunas inquietudes.

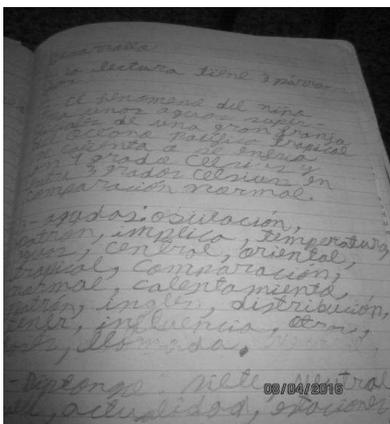
La docente los felicitó por haber usado respuestas divergentes y los alumnos continuaron avanzando en el desarrollo relacionado con conocimientos sobre el fenómeno de El Niño. Se pasó a la observación de un video que los mismos estudiantes buscaron en Youtube, procediendo a observarlo en grupos, para lo cual se sentaron en el piso del aula alrededor de la laptop, como puede verse en la imagen.



Observación de video por 3 niños y una niña.

El desarrollo de trabajos en equipo y de forma colaborativa propició la realización de consensos, observándose cómo los estudiantes que no presentaban discapacidades cooperaron y apoyaron a sus compañeros hasta llegar al planteo de sus argumentaciones en torno al contenido tratado.

Continuando con el proceso, la docente se acercó de nuevo y realizó un nuevo set de preguntas como “¿Cuántos párrafos tiene el escrito que acabamos de leer?”. Todos los alumnos contestaron a coro que tres párrafos. A continuación se les pidió que, individualmente, buscaran y luego escribieran en su cuaderno para cada párrafo, las palabras agudas, los diptongos, y los hiatos. Todo esto con el propósito de vincular la temática con aspectos relacionados con la lengua española.



La fotografía recoge el cuaderno del estudiante con dificultad de aprendizaje (DA) donde describe la lectura realizada, contestando que la lectura tiene tres párrafos. Y luego señala con sus palabras algunas características sobre el fenómeno de El Niño, interpretando que dicho fenómeno crea unas aguas superficiales de una gran franja del Océano Pacífico tropical. Se calienta a esa energía en 1 grado Celsius y 3 grados Celsius en comparación normal.

Otro mandato en la clase fue señalar las palabras agudas, escribiendo: oscilación, patrón, comparación. Muchas palabras que se señalaron como agudas no lo eran, y no fueron trabajadas por la docente, como: calentamiento, central, implica, temperatura. También se les pidió que reconocieran diptongos o hiatos, escribiendo: siete, estaciones, actualidad.

Para ampliar aún más los saberes, la docente realizó la proyección en pantalla de diferentes cortes de videos, para que observaran la ocurrencia del fenómeno de El Niño en distintos países latinoamericanos como Perú, Chile, Argentina, Colombia, República Dominicana. Su estrategia estaba dirigida a vincular con conocimientos relacionados con las Ciencias Sociales.

A través de la observación de estos videos y la formulación de preguntas, la docente introdujo contenidos científicos como cambios de la temperatura de océanos y mares, inundaciones, sequías, pérdidas de biodiversidad, cambios en los suelos, daños a personas, animales y plantas.

La clase dimensionó la geografía de los países, al hacer a los alumnos buscar en la Internet los tamaños de cada país y luego realizar una tabla para ingresar los tamaños de cada país en kilómetros. Los estudiantes sumaron dichas cantidades para tener el total de kilómetros posiblemente afectados y así vincular con matemática.

Los estudiantes tanto con dificultad intelectual como con dificultad de aprendizaje fueron ayudados por sus compañeros no discapacitados que hicieron las veces de compañero tutor, ayudando en la resolución de la sumatoria.



Trabajo colaborativo entre 3 niños y 1 niña en aspectos de matemática.

Estos cuadernos recogen los cálculos matemáticos realizados en forma colaborativa, donde los estudiantes que no tienen discapacidad apoyan a los que tienen problemas con los cálculos.

Prosiguiendo con la secuencia, pasaron a escribir un cuento fantástico y un dibujo relacionado con el evento natural, de esta manera se fortalecía el vínculo de las ciencias naturales con la

lectoescritura y la educación artística. Para lograrlo pusieron en ejecución la creatividad y la imaginación, observándose coherencia entre el cuento que escribieron y la elaboración del mural que se describe al finalizar esta exposición.

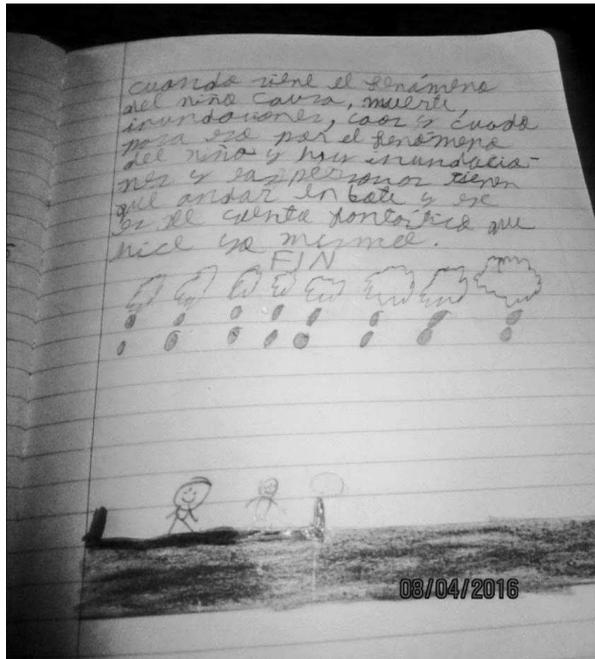


Foto sobre cuento fantástico acerca del fenómeno de El Niño elaborado por estudiante con dificultad de aprendizaje: “Cuando viene el fenómeno del niño causa muerte, inundaciones, caos y cuando pasa eso por el fenómeno del niño y hay inundaciones y las personas tienen que andar en bote, y este es el cuento fantástico que hice yo mismo. FIN”.

Para concluir el cierre del aprendizaje sobre el fenómeno de El Niño (que se realizó durante cinco días), se desarrolló una actividad que generó expectativas y dinamismo entre todos los estudiantes. La misma consistió en la representación e interpretación del fenómeno natural, en papel para mural y acuarelas. Luego de las instrucciones de la docente, los estudiantes decidieron, por ellos mismos, cuál o cuáles elementos representarían. Estudiantes con discapacidad de aprendizaje seleccionaron elementos como pérdidas de árboles y personas, e inundaciones; estudiantes con discapacidad intelectual, pérdidas de animales, mares y océanos. Cada uno puso el título del elemento que dibujó y al finalizar explicaron a sus compañeros el significado de todo lo que hicieron. A la vez que sirvió de evaluación, se evidenció cómo fueron vinculados los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. En las siguientes fotografías pueden observarse algunos de los elementos dibujados por cada estudiante.



Mural sobre fenómeno de El Niño. Se observan 5 niños y una niña, iniciando los trabajos en acuarela.



Trabajo colaborativo



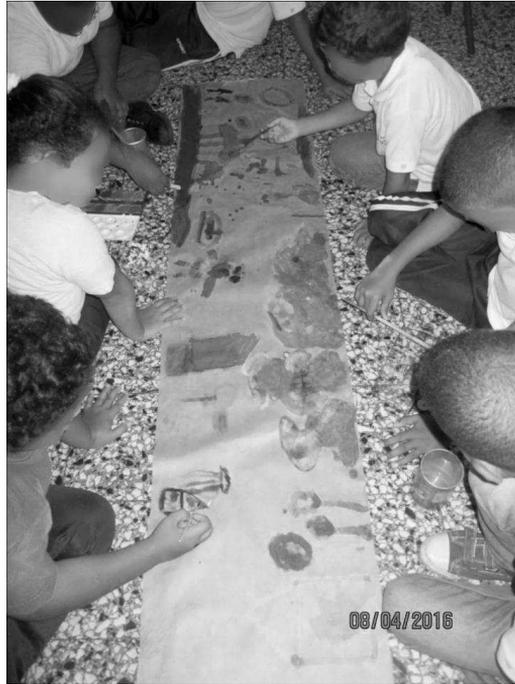
Pérdida de árboles, casas y animales



Aguas frías y calientes



Lluvia, nubes y vientos



Se aprecian seis estudiantes (cinco niños, una niña), finalizando el mural sobre elementos relacionados con el fenómeno de El Niño.

Finalmente dieron un paso más para afianzar conocimientos al realizar evaluaciones sobre fenómenos naturales en la computadora de videojuegos interactivos. Para esta actividad utilizaron el programa Desastre Ecológico, contestando preguntas relacionadas con el tema. A su vez el programa planteaba situaciones de índole ambiental, lo cual propiciaba promover destrezas vinculadas a la resolución de problemas y la toma de decisiones.



Estudiante niño, utilizando las TIC en el programa Desastre Ecológico.

Algunas preguntas propuestas por el programa Desastre Ecológico fueron: ¿Qué es el fenómeno del niño? ¿Qué son las inundaciones? ¿A qué se deben las sequías?

Cada cierre de sesión de clases fue aprovechado para la ejercitación y relajación de los estudiantes a través de la manipulación de bloques en busca del desarrollo de estructuras y el fomento del equilibrio.



Estudiantes niños con discapacidad intelectual y de aprendizaje son beneficiados en el manejo de construcción con bloques.



Mural donde se observa la interpretación de estudiantes sobre elementos relacionados con el fenómeno de El Niño.

9.8 Conclusiones

Se identificó como criterio de selección efectiva de estrategias que los estudiantes sin discapacidad no se dan cuenta de que están interactuando con estudiantes discapacitados.

Se observó que procesos de interrogación científica, así como la realización de adaptaciones curriculares y flexibilidad en el desarrollo de la temática, propició un clima de interés y motivación durante la secuencia de actividades.

Se observó el beneficio del trabajo colaborativo en una estudiante con dificultad para el desarrollo de operaciones matemáticas, al ser apoyada por sus compañeros en las sumatorias efectuadas.

Se observó que el uso de los cuadernos durante el desarrollo de las clases de ciencias naturales permitió la organización y comunicación de las ideas a través de cuentos, narraciones, dibujos, tablas, creatividad y fantasías sobre la temática, utilizando términos científicos de acuerdo con su nivel de comprensión.

De igual manera, se observó que estudiantes con dificultad de aprendizaje son estimulados a la independencia en la búsqueda de información y la selección indicativa de sitios web a través del uso de las TIC, posibilitando que entren en contacto con mapas, datos, tablas, videos, publicaciones, simulaciones, demostraciones, así como actividades que conllevaron a la resolución de problemas y manejo de diferentes ambientes virtuales.

A través de las preguntas formuladas por la docente se observó que un estudiante de sexo masculino con dificultad de aprendizaje fue capaz de expresar ideas diferentes, movilizándolo su pensamiento divergente, y siendo estimulado por ella.

Otro aspecto importante observado fue el desarrollo de una visión globalizante, de una enseñanza holística, favoreciendo especialmente a todos los estudiantes con los dos tipos de discapacidades, ya que la fragmentación es causa de problemas para su organización cerebral.

La identificación y selección de una temática como el fenómeno de El Niño que se inicia en ciencias naturales, y luego continua su desarrollo de forma natural por las otras disciplinas hasta completar el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitió el dominio del concepto desde áreas y aprendizajes curriculares diferentes, de tal manera que aquellos estudiantes inclinados por las matemáticas o por la educación artística, ciencias sociales o naturales pudieron completar el conocimiento.

Se identificaron estrategias relevantes en la obtención de aprendizajes como el uso del cuaderno, la incorporación de las TIC y la formulación de preguntas.

9.9 Agradecimientos

A las maestras Elizabeth Ricart y Gloribel Dávila Ricart, por permitirnos realizar el estudio de caso en su centro educativo Colegio Abejitas Laboriosas.

Al Profesor Melvin Arias, coordinador del Área de Ciencias de la Naturaleza, Dirección General de Currículo por sus oportunas revisiones y discusiones.

Referencias

- Ciullo, S., Falcomata, T. S., Pfannenstiel, K., & Billingsley, G. (2015). Improving learning with science and social studies text using computer-based concept maps for students with disabilities. *Behavior Modification, 39*(1), 117-135.
- Fletcher, J. (2012). *Classification and identification in learning disabilities*. Elsevier, Inc., Academic Press.
- García, A. (2005). *Concepto actual de discapacidad intelectual. Intervención Psicosocial*. Recuperado de http://www.excepcionales.cl/publicaciones/pdf/3_Articulos_SitioWeb_Excepcionales.pdf
- Gersten, R. M., Fuchs, L., Williams, J. P., & Baker, S. K. (2001). Teaching reading comprehension to students with learning disabilities: A review of research. *Review of Educational Research, 71*(2), 279-320.
- Jarrett, D. (1999). *Mathematics and Science Instruction for Students With Learning Disabilities*. Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory.
- Mastropieri, M. A. & Scruggs, T. E. (1992). Science for Students With Disabilities. *Review of Educational Research, 62*(4), 377-411. <http://doi.org/10.3102/00346543062004377>
- Mastropieri, M. A & Scruggs, T. E. (1994). Text Versus Hands-On Science Curriculum Remedial and Special Education. *15*(2): 72-85
- Naslund-Hadley, E. & Bando, R. (2016). *Todos los niños cuentan. Enseñanza temprana de las Matemáticas y Ciencias en América Latina y el Caribe*. Reporte corto BID.
- Norman, K., Caseau, D., & Stefanich, G. P. (1998). Teaching students with disabilities in inclusive science classrooms: Survey results. *Science-Education, 82*(2): 127-146.
- Taylor, J., Therrien, W. J., Kaldenberg, E. R., Watt, S. J., Chanlen, N., & Hand, B. (2011). Using an inquiry-based teaching approach to improve science outcomes for students with disabilities: Snapshot and longitudinal data. *Journal of Science Education for Students with Disabilities, 15*(1), 27-39. <http://doi.org/10.14448/jsestd.04.0003>
- OMS. (2015). *Discapacidad y salud*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/es/>
- ONU. (2006, 13 de diciembre). *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad*. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/disabilities/convention/qanda.html>
- Ortiz, D. M. R. & Ocampo, A. M. J. (2012). Proceso de Inclusión Educativa de Escolares con Discapacidad Cognitiva en el Área de Ciencias Naturales de los grados 1º, 2º y 3º de Primaria en La Institución Educativa Villa Santana del Municipio de Pereira (Tesis de licenciatura). Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3157/37192886132R816.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reisman, L. & Scott, N. (2012). Learning About Learning Disabilities. *Pediatric Physical Therapy, 5*(Ld), 100.
- Salend, S. J. (1998). Using an Activities-Based Approach to Teach Science to Students with Disabilities. *Intervention in School and Clinic, 34*, 67-72.

- Shalock et al. (2010). *Intellectual Disability: Definition, Classification, and Systems of Supports* (11th Edition). Washington, DC:
- Shyyan, V., Thurlow, M. L., & Liu, K. K. (2008). Instructional Strategies for Improving Achievement in Reading, Mathematics, and Science for English Language Learners With Disabilities. *Assessment for Effective Intervention*, 33(3), 145-155.
- Stavroussi, P., Papalexopoulos, P., & Vavougiou, D. (2010). Science education and students with intellectual disability: Teaching approaches and implications. *Problems of Education in the 21st Century*, 19, 103-113.
- Stefanich, G. P., Hadzegeorgiou, Y., Schroeder, M. A., Blaisdell, M. J., Bohning, K., Holthaus, P., ... Hibbard, M. (2001). Teaching Science in Inclusive Classrooms: Theory and Foundations, 203.
- Stefanich, G. P., & Norman, K. I. (1996). Teaching Science To Students With Disabilities: Experiences And Perceptions Of Classroom Teachers And Science Educators. *A Special Publication of the Association For The Education Of Teachers In Science*.
- Taylor, J., Therrien, W. J., Kaldenberg, E. R., Watt, S. J., Chanlen, N., & Hand, B. (2011). Using an inquiry-based teaching approach to improve science outcomes for students with disabilities: Snapshot and longitudinal data. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 15(1), 27-39.
- Verdugo Alonso, M. A. & Schalock, R. L. (2010). Últimos avances en el enfoque y concepción de las personas con discapacidad intelectual. *Revista española sobre discapacidad intelectual*, 41(236), 7-21. Recuperado de <http://sid.usal.es/idocs/F8/ART18861/236-1%20Verdugo.pdf>
- Wong, B. (2004). *Learning about learning disabilities*. San Diego, California: Elsevier, Academic Press.

CAPÍTULO 10

Queremos cambiar nuestro barrio

Ana Palomero Ruiz
Universidad de Almería
España
ana.p.rui@gmail.com

Contenidos

Resumen
10.1 Introducción
10.2 Metodología
10.3 Marco conceptual
10.4 Contexto
10.5 Desarrollo
10. 6 Implicaciones para la práctica docente e investigativa
Referencias

Queremos cambiar nuestro barrio

“Hay mujeres que no callan ... mujeres que despiertan, que avivan las conciencias ... mujeres que luchan, que hablan ... que reivindican y reinventan el mundo ... Mujeres de acción y de palabra”

Beatrice Bergamín

A las mujeres de la Asociación Camelamos naquerar, al equipo de la escuela infantil Los almendros, a Jesús Tello Lozano y a M^a Jesús Márquez García, gracias por esos tiempos compartidos.

Resumen

El proyecto de acción comunitaria “Camelamos binelar amarí bijuca”, cuya traducción del caló es “Queremos cambiar nuestro barrio”, ocurrió en España durante el año 2014 en el barrio Los almendros de la ciudad de Almería. Hablamos de un entorno centrado en la supervivencia, sin las necesidades básicas cubiertas, desconocido, olvidado y carente de otros referentes de vida. Esta experiencia de educación ambiental, comprometida con la transformación social, surgió en la asociación de mujeres gitanas Camelamos naquerar, fruto de la voluntad de mejorar su calidad de vida. Se realizó con la colaboración de los centros educativos del barrio y de un equipo de educadores de la Universidad de Almería. Se trata de un ejemplo innovador en cuanto al papel de los educadores como acompañantes de un proceso de reconstrucción de lo colectivo en el que la participación ciudadana es la base del desarrollo del proyecto.

Debatir sobre el entorno, soñar otros espacios, romper prejuicios y cooperar para una intervención común generó cambios en el barrio y en los participantes, reflejados en la rehabilitación de la plaza central como espacio de juego y convivencia.

10.1 Introducción

La educación ambiental en las ciudades es un medio para empoderar a las personas en su entorno cotidiano, a nivel individual y colectivo. El desarrollo personal y social que se genera da lugar a la responsabilidad y el compromiso con el cuidado del propio medioambiente. Esta capacitación propicia la convivencia, el cuidado de los espacios públicos y la lucha por mejorar la calidad de vida, las relaciones, los hábitos, las costumbres y el estilo de vida. Según Freire (1970) “La educación no cambia el mundo, cambia a las personas que van a cambiar el mundo”. Los cambios en las personas en la percepción de su entorno más cercano y en su forma de relacionarse con el entorno y con otras personas, y de cuidar del entorno y de sí mismas, tiene consecuencias globales.

El proyecto socioambiental “Camelamos binelar amarí bijuca” se llevó a cabo a partir de la inspiración en otros proyectos ambientales de acción comunitaria. Destacan dos por su influencia. Uno es el proyecto del parque Garlochí en el barrio El pucho, también de Almería, característico por su diversidad, ya que en él conviven gitanos, payos y magrebíes. Consistió en la rehabilitación de un parque con la participación de los centros educativos, los colectivos del barrio y la universidad. El segundo es el proyecto de la plaza de los colores en el barrio Pueblo Viejo, de la ciudad argentina Pampa del Indio, en el que vive una comunidad campesino-indígena Qom. Consistió en la recuperación de una plaza con la participación de familias completas.

Es común a todos los proyectos la perspectiva de la ecociudadanía materializada en la realización de una intervención colectiva en el espacio público. Según Limón (2008), “Uno de los retos de la ecociudadanía es la búsqueda de nuevos planteamientos educativos, sociales y culturales que favorezcan una convivencia armónica, donde se participe en la construcción conjunta de un ambiente más saludable”. Lo que varía en cada proyecto es el grupo participante: en el parque Garlochí fue el alumnado, en la plaza de los colores fueron las familias, y en este caso las protagonistas son las mujeres. Es, por lo tanto, el planteamiento desde la perspectiva del ecofeminismo lo que caracteriza este proyecto. Son las mujeres quienes, al dar una proyección social a su papel como cuidadoras, lo expanden a la esfera de lo público para transformar su vida y la de su comunidad.

10.2 Metodología

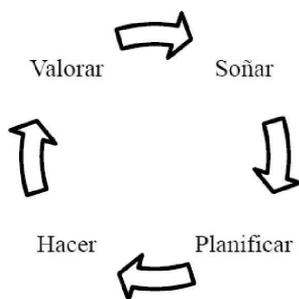
El proyecto está basado en la metodología de la investigación-acción participativa. Según Kemmis & McTaggart (1988), “la investigación-acción educativa se presenta como un método de investigación y una herramienta epistémica orientada hacia el cambio educativo y es un proceso político porque implica cambios que afectan a las personas”. Los autores describen la investigación-acción de la siguiente manera:

- Las personas trabajan con la intención de mejorar sus propias prácticas.
- Sigue una espiral introspectiva de ciclos de planificación, acción, observación y reflexión.
- Se realiza en grupo por las personas implicadas.
- Es un proceso sistemático de aprendizaje orientado a la praxis.
- Induce a teorizar sobre la práctica.
- Exige llevar un diario personal en el que se registran las reflexiones.
- Realiza análisis críticos de las situaciones.
- Procede progresivamente a cambios más amplios, avanzando hacia problemas de mayor envergadura.
- La inician pequeños grupos, expandiéndose gradualmente a un número mayor de personas.

Esta metodología se representa en una rueda compuesta de las siguientes fases, las cuales se repiten en cada etapa del proyecto:

1. Valorar: para tomar conciencia de la propia realidad en la que se ha hecho la observación.
2. Soñar: para pensar en entornos posibles mediante la imaginación y a partir de lo que ya existe.
3. Planificar: para planear la acción que se ha ido gestando en las fases anteriores.
4. Hacer: para dar lugar a la acción creadora en sí misma, la cual consiste en crear cambios en el propio entorno o exigirlos a las instituciones públicas.

Al finalizar una primera rueda se vuelve a la fase de valorar, en la que habrá que reunirse para compartir lo que se ha sentido, y hablar sobre lo que se ha conseguido y lo que no; con el objetivo de seguir soñando, planificando y haciendo.



Estas fases, representadas en una rueda, permiten el cambio de mentalidad hacia una cultura colaborativa. La reflexión conjunta es necesaria para que se produzca el cambio educativo ambiental, y consigue que las personas implicadas participen en todas las fases del proceso de investigación.

Nosotras siempre logramos lo que queremos. Si nos unimos y tenemos fuerza de voluntad, todo se puede en la vida. Toda mujer y todo hombre pueden lograr lo que quieran en la vida. No echándose para atrás, sino siempre dando un paso para adelante (Entrevista, mujer de la asociación).

Esta propuesta de construcción conjunta apuesta por la democracia real y la acción comprometida. Parte desde la problemática ambiental propia para llevar a cabo un proceso en el que se busca convertir sus palabras en acciones con repercusiones en sus vidas; transformando a las personas implicadas en activistas ambientales que luchan por la dignidad.

Se han realizado numerosos ejemplos de proyectos de investigación-acción con el fin de mejorar el aprendizaje a través de actividades de reflexión, del empoderamiento personal y comunitario y de la mediación e integración sociocomunitaria. Estos se han realizado con diversos colectivos, desde proyectos en centros educativos, centros de personas mayores y centros sociales comunitarios. Es, por lo tanto, una metodología aplicable a distintos ámbitos educativos y grupos participantes.

10.3 Marco conceptual

La concepción que hoy en día tenemos sobre educación ambiental está cambiando. Cuando hablamos de medioambiente ya no pensamos solo en la naturaleza, sino que tenemos en cuenta la influencia de las personas y, por lo tanto, las ciudades como parte del medio ambiente, al igual que los elementos urbanos y las creaciones del ser humano. Es por ello que la clave de la educación ambiental se encuentra en generar cambios en la manera en la que las personas intervienen, interactúan o inciden en su entorno más cercano, al ser conscientes de los problemas ambientales que viven. Generalmente, las inversiones en educación ambiental se llevan a cabo en zonas de mayor poder adquisitivo y nivel sociocultural, centrándose en un círculo de personas concienciadas que no se abre a otros entornos. Al considerar la educación ambiental como un motor de desarrollo y plantearla dentro de los niveles básicos de la educación, fomentamos la posibilidad de integrar los entornos en necesidad de transformación en los proyectos.

El concepto de ciudadanía activa está ligado al de educación ambiental, debido a las responsabilidades que tenemos con respecto al medio, tanto natural como social. Es urgente dar respuesta a la necesidad de otorgar poder a las personas para que ejerzan su derecho a participar, tomando decisiones en los conflictos que se generen.

Las ideas principales del proyecto son las de la educación liberadora humanista de Freire (1970) y la teoría sociocultural de Vigotsky (1998). Freire plantea el concepto de acompañamiento pedagógico como un vínculo en el que se potencian las capacidades y la autonomía funcional de los colectivos populares. Y Vigotsky plantea que la interacción y la ayuda de los otros generan más posibilidades de actuar, un mayor conocimiento y unas funciones mentales más fuertes. Estas ideas consiguen dar protagonismo a las personas implicadas, convertir a los educadores en los intermediarios entre estas y su entorno, y crear comunidades autocríticas.

El diálogo ha sido el recurso educativo más importante del proyecto, a través del que se transforman las relaciones, el entorno y el conocimiento. El desarrollo de un proyecto basado en la interacción para aprender juntos, la libre expresión, el debate y la búsqueda de consenso es posible a través del aprendizaje dialógico y los siete principios sobre los que se sustenta esta experiencia. Márquez García, Padua Arcos, & Ibáñez Luque (2014) exponen dichos principios:

- El diálogo igualitario, por medio de asambleas en las que todas las voces son consideradas y cada idea es valorada tras su argumentación.
- La inteligencia cultural, al potenciar la inteligencia académica y práctica, y las capacidades de lenguaje y acción para llegar a acuerdos.
- La transformación, debido a que se ha construido un espacio que permite modificar las relaciones educativas.
- La dimensión instrumental, ya que se trata de favorecer la consecución de objetivos instrumentales.

- La búsqueda de sentido, mediante el acuerdo en el significado que tiene para el grupo las acciones que se realizan.
- La solidaridad, por llevar a cabo acciones marcadas por la cooperación, la ausencia de protagonismo, la no competitividad, y la ayuda mutua.
- La igualdad de diferencias, al compartir un espacio de igualdad entre personas con distintas ideologías, contextos sociales, niveles de formación, y situaciones familiares, laborales y económicas.

Estas mujeres me han mostrado lo que somos capaces de hacer las personas si tenemos claro lo que queremos conseguir. Entre ellas me siento una más, que aprende y crea lazos de amistad (Relato, educadora ambiental).

El aprendizaje dialógico es transferible al trabajo de la educación ambiental, permitiendo que se lleve a cabo una educación no autoritaria, es decir, sin jerarquías. Esto pone en práctica la idea de Vigotsky (1998) de que “el conocimiento no es más que el resultado de la interacción social y en la interacción con los demás adquirimos conciencia de nosotros mismos”. En experiencias basadas en una relación de igualdad, y no de poder, se rompe con la idea del educador que trae su saber a un lugar desconocido, imponiendo su voz. En el proyecto se trata de generar un espacio en el que hablar, y en el que se considera que todos tenemos conocimientos que aportar a la comunidad. Es primordial la confianza en las personas implicadas y en el cambio posible en el entorno. Los educadores se convierten en el impulso que ayuda a salir de la comodidad, que anima a atreverse a actuar y que emancipa para seguir adelante una vez que se han ido. El conocimiento que propician es, por lo tanto, el de aprender a generar conocimiento.

Queríamos formar un grupo de acción comunitaria en el cual todos participásemos de la forma en la que pudiésemos, aceptando todas sus opiniones y decisiones, nunca haciéndonos valer de nuestros conocimientos para diferenciarnos (Relato, educador ambiental).

Para los educadores esto supone entender el aprendizaje como un proceso vivencial, lo que conlleva aceptar la incertidumbre que produce no saber de antemano los resultados a los se puede llegar. Es un proceso creativo en el que, a partir de los conocimientos previos individuales, se construyen nuevas ideas colectivas que les permitan afrontar su situación ambiental. Luego habrá que probar las posibles soluciones, las cuales pueden ser válidas o pueden fracasar, pero de esta manera siempre se podrá recrearlas.

El carácter abierto del proyecto suponía aceptar no saber qué iba a surgir cada día, cómo iba a ser, con qué nos íbamos a encontrar... estar alerta para aprovechar oportunidades, dispuesta a dejarse sorprender, despierta para afrontar problemas y fresca para tomar decisiones continuamente. Y muchos, pero que muchos imprevistos, siempre” (Relato, educadora ambiental).

Para sistematizar la experiencia se utilizó la metodología narrativa mediante relatos biográficos, basados en los diarios personales de los educadores y otros relatos documentales como fotos,

videos, entrevistas a las participantes o notas de conversaciones. De esta manera se pueden atender las emociones y el desarrollo personal, así como tener en cuenta las opiniones, impresiones, anécdotas y dudas. Es desde donde se inicia la búsqueda de significados de la experiencia y la propia reflexión sobre lo vivido. Se convierte en una forma de comunicar desde la autocrítica, de forma más cercana y personal, y en una oportunidad para la conformación de la propia identidad como educadores.

También estos documentos audiovisuales-narrativos han sido el eje de la evaluación junto a reuniones que se realizaron al final de cada etapa. Estas se dedicaron a hablar sobre la experiencia vivida, a conocer cómo se han sentido realizándola, y a valorar si se han conseguido los objetivos que se habían propuesto. Se trata de una evaluación grupal y participativa, que ayuda a comprender la situación y a los compañeros del grupo, a valorar a las personas y a su trabajo, y que permite a los educadores motivar y orientar a los participantes. Compartir este proceso lo llena de vida y lo convierte en una fase de análisis para empezar de nuevo.

10.4 Contexto

Los Almendros es un barrio socialmente excluido aislado del resto de la ciudad, con los espacios públicos deteriorados y sin las necesidades básicas cubiertas. Su población está compuesta por familias de clase baja con una economía de supervivencia, con escasa formación reglada, alto desempleo, elevado absentismo escolar, y en situación de pobreza económica. Estas características lo convierten en una zona en necesidad de transformación social debido a la marginación y la vulnerabilidad social que se genera como resultado.

Este es un barrio de realojo en el que desde la década de 1970 convive, mayoritariamente, población gitana excluida. Las lluvias torrenciales fueron la excusa para iniciar un proceso de segregación residencial que llevó a cientos de vecinos del casco histórico de la ciudad a barrios como Los almendros, situados en las afueras. En principio, su estancia iba a ser temporal, se les construyeron casas con lo básico, y se les dijo que su cambio de residencia no se alargaría. El tiempo ha dado lugar a un barrio ignorado, degradado y abandonado. Una parte de la ciudad invisibilizada por las instituciones y desconocida por los ciudadanos, en la que siguen esperando que se preocupen por ellos.

Los almendros presenta un asilamiento físico con respecto a la ciudad por el diseño urbano original que generó fronteras con escasa permeabilidad, largas fachadas de bloques de edificios, carreteras y conexiones de entrada y salida de la ciudad. A esto se le une la falta de transporte público, cuya anulación fue justificada por la inseguridad ciudadana, reforzando así la marginalidad y la sensación de no pertenecer a la ciudad.

Se quejan por su ubicación a las afueras de la ciudad de Almería junto al cementerio. Se sienten apartadas de la sociedad y su cercanía al cementerio les hace tener la muerte siempre presente (Relato, educador ambiental).

Nos tienen abandonados en este barrio, ya no sube el autobús hasta aquí ni pasan los barrenderos por todas las calles (Nota de conversación, mujer de la asociación).

Este barrio es un gueto no elegido por la comunidad que vive en él, ya que es producto de una imposición social. Está compuesto por personas determinadas a vivir en ese entorno por circunstancias ajenas a su propia voluntad. Se trata de un contexto del que es difícil salir, no solo por razones de identidad, sino también por razones económicas y laborales relacionadas con la exclusión.

Uno de los primeros retos fue cambiar algunos prejuicios y estereotipos excluyentes en relación con el barrio que se encuentran en el imaginario de la población. Era necesario comprender que este entorno no es propicio para el desarrollo y que genera una desventaja para las personas que viven en él, quienes sufren, por lo tanto, una agresión ambiental.

Las gitanas de este barrio siempre nos hemos criado entre basura. Nos discriminamos nosotras mismas. Nosotras somos las culpables (Nota de conversación, mujer de la asociación).

Uno de los grandes problemas del barrio es la higiene. Sus viviendas, calles y zonas comunes están sucias, deterioradas y descuidadas, y sus condiciones de vida son precarias, con grandes dificultades para hacer frente al pago de servicios básicos como la luz y el agua. Además, hay una gran falta de infraestructuras. No tienen un parque ni un centro de salud cercano ni se les incluye dentro del servicio de limpieza del ayuntamiento.

Si hablan de ellas, solo se escuchan palabras como peligrosidad, delincuencia, absentismo escolar, desempleo, drogadicción... ¿podríamos darles otras palabras para hablar de este lugar? (Relato, educadora ambiental).

La precariedad de las calles, la suciedad y el abandono están presentes en los alrededores del colegio, en las condiciones de las viviendas y en la forma de vida. En las calles podemos encontrar grandes cantidades de residuos, así como cucarachas y pulgas, ya que conviven con muchos animales.

Las personas y su implicación ha sido el principal factor de este proyecto, sin ellas no hubiese sido posible. Se ha producido una gran unión, una familia donde se han ayudado las unas a las otras para lograr así el objetivo de tener un barrio mejor.

El Foro Los almendros es un espacio de reunión entre distintos colectivo del barrio: asociaciones, entidades y centros educativos. Cada curso escolar eligen un tema en el que centran sus acciones; y en el curso 2013-2014 habían elegido el medioambiente, entretejiendo una idea que les movía y que era la de mejorar el entorno alrededor del colegio por donde los niños del barrio transitan y juegan cada día.

Las condiciones del entorno escolar nos impresionaron bastante por la suciedad, pero el escuchar a las vecinas qué les gustaría que se cambiara, nos animó a pensar que hacer una intervención de educación ambiental en el barrio era algo que tenía sentido, porque realmente se expresaba como una necesidad de la gente que vive allí (Relato, educadora ambiental).

La fundación secretariado gitano pertenece a este grupo de reflexión y acción, entidad con la que colaboraba el grupo de educadores de la Universidad de Almería, compuesto por una profesora que tutorizaba sus prácticas y dos estudiantes del máster de educación ambiental, con formación previa y experiencia laboral como maestros.

Al principio nos dio algo de vértigo la decisión de realizar las prácticas en Los almendros. Se trataba de un proyecto diferente, en creación, que no sabíamos a dónde nos llevaría y en un barrio que no conocíamos y que no tenía buena fama en la ciudad. Sin embargo, ahora sabemos que hemos sido parte del proyecto durante su diseño, su ejecución y su evaluación y ello, nos ha generado muchos y diversos aprendizajes.

Diría que compartir un proyecto educativo con otra persona es mejorar juntas y en este caso, el ser hombre y mujer, ha aportado dos miradas necesarias a lo que estábamos haciendo (Relato, educadora ambiental).

Uno de los colectivos más comprometidos en el Foro Los almendros era el grupo de mujeres Camelamos naquerar, que significa “Queremos hablar”. Ellas llevan años de formación y lucha personal y colectiva con el apoyo y la solidaridad de las educadoras de la escuela infantil, lugar donde se reúnen y desde donde se potencia su aprendizaje y participación social. La escuela ha creado una red de mujeres, y se ha convertido en un lugar para la alfabetización, el intercambio, el apoyo y la amistad. Sus educadoras creen en el cambio que puede producirse en el entorno y lo reflejan en su compromiso diario, implicando a las familias en la escuela infantil y permitiendo que la vida del barrio, con sus problemas sociales y sus preocupaciones personales, sea parte de la vida de la escuela. Las mujeres del barrio confían en la escuela infantil para dejar a sus hijos y agradecen los cuidados que reciben en esta, por lo que lejos de ser una institución, se ha convertido en un contexto familiar para ellas.

Queremos reivindicar que nuestro barrio tenga una plaza, tenga jardines... Tenemos allí enfrente una pintada que nos va a recordar por qué estamos aquí y allí está reflejado lo que nos gustaría que hubiera en nuestro barrio (Manifiesto del Carnaval, educadora de la escuela infantil).



Acciones previas al proyecto de la asociación Camelamos naquerar.

Los demás centros educativos del barrio no tuvieron una gran implicación en el proyecto, aunque sí permitieron la participación del alumnado durante el horario lectivo. Son escuelas gueto con alumnado compuesto mayoritariamente por gitanos. En ellas encontramos un profesorado poco interesado en colaborar y con expectativas bajas respecto a su alumnado. Les informamos de cada acción que se iba a llevar a cabo a través del jefe de estudios y propusimos reunirnos con todo el equipo educativo, sin embargo, no nos dieron la posibilidad. Al no conseguir su compromiso con el proyecto, nos encontramos con situaciones en las que su falta de apoyo y de confianza en el potencial del alumnado supuso grandes dificultades.

El apoyo que se recibió desde la escuela infantil fue básico para generar la participación de la asociación Camelamos naquerar, que está compuesta por unas veinte mujeres. Esta surgió en torno a un taller de costura propuesto por la escuela infantil, donde al principio apenas hablaban entre ellas. Poco a poco, fueron encontrando en ese lugar un espacio para expresarse, para relajarse, para compartir y para darse cuenta de su realidad; y junto con las demás mujeres hacer pequeños cambios, sobre todo, en su forma de pensar y de afrontar la vida. Son personas con muchas ganas de hacer cosas, con gran amor hacia su barrio y con deseos por dejar de verlo en tan malas condiciones. Son conscientes de su responsabilidad en los problemas del barrio y de que todo lo que consigan mejorar, ayudará a que tanto los vecinos como la gente que no vive en él sepan valorarlo y respetarlo más.

Si estamos todos unidos podemos hacer todo lo que queramos. Nosotros queremos luchar por un barrio mejor... que nuestros hijos y las personas que vengan a este barrio sepan valorar lo que tienen (Entrevista, mujer de la asociación).

Estas mujeres luchadoras, comprometidas y de gran iniciativa a la hora de cambiar la situación del barrio, asisten diariamente a la escuela de adultos para formarse, con el deseo de obtener el certificado escolar y buscar trabajo. Además se dedican a los cuidados de su marido, sus hijos, sus padres, y en algunos casos también de algún hermano, cuñado, primo o sobrino. A pesar de sus vidas complicadas, consiguen encontrar la manera de sacar adelante a su familia, con mucho esfuerzo, afán de superación, ganas de mejorar a nivel individual y colectivo, y alegría, clave para seguir adelante.

El humor es algo que siempre acompaña sus relatos de experiencias, aunque te cuenten algo que podría verse desde el sufrimiento, no dejan de mostrarlo tal cual es, pero se enfrentan a ello con optimismo (Relato, educadora ambiental).

Este colectivo lleva a cabo la búsqueda continua por no reproducir la exclusión. Durante años, han tomado confianza en sus posibilidades como ciudadanas junto a las educadoras de la escuela infantil a la que llevan a sus hijos o los llevaron años antes. Incluso hay varios casos de mujeres que no tienen hijos, pero que han decidido tomar parte de este acto valiente de empoderarse y que participan igualmente en la asociación. Su lucha por cambiar situaciones personales y comunitarias les convierte en un grupo con voluntad para reconstruir lo colectivo.

El proyecto tuvo una duración de ocho meses. Comenzó en enero del año 2014 y se prolongó hasta el final del curso escolar, dándose por finalizado tras esos seis meses. Al finalizar las vacaciones de verano y dar inicio el nuevo curso escolar, se reanudó por dos meses más. En este último período los educadores consiguieron una beca para seguir con el proyecto. Tras los logros conseguidos, se consideró necesario fomentar una continuidad del proyecto en el barrio liderado por las mujeres de la asociación. Para ello se acordó la redacción de un nuevo proyecto para presentarlo a distintos organismos y conseguir su financiación. Se consiguió una ayuda europea para el pueblo gitano y en la actualidad siguen desarrollándose distintas actividades de participación ciudadana guiadas en el barrio por la asociación Camelamos naquerar, con la colaboración de la escuela infantil. El enfoque de acción comunitaria está presente en sus dinámicas de intervención. Se han convertido en figuras representativas del barrio y son consideradas para planear protestas y negociaciones con las administraciones sobre temas tales como los cortes en el suministro eléctrico o el asfaltado de las calles. Igualmente siguen realizando actividades relacionadas con el medio ambiente, la igualdad de género y la identidad gitana para la propia formación y en colaboración con los centros educativos del barrio.

10.5 Desarrollo

El proceso tuvo cinco etapas, las cuales quedaron reflejadas en los relatos biográficos de los educadores, permitiendo posteriormente hacer una sistematización de lo ocurrido. Se comenzó por “Los almendros con el medioambiente”, etapa en la que se realizaron talleres de sensibilización y formación. Se siguió por “Soñamos Los almendros”, en la que llevaron a cabo asambleas y las primeras acciones del proyecto. A continuación se realizó “1, 2, 3, grabando en Los almendros”, en la que se proyectó un video que recogía lo realizado hasta el momento para fomentar la participación en la siguiente etapa. Esta es “Los almendros está caminando”, en la que se materializa la creación del proyecto y se realiza la rehabilitación de la plaza. Se finalizó con “Hablamos de Los almendros”, cerrando el ciclo con una jornada de convivencia de los vecinos del barrio. Las principales acciones que se consiguieron fueron la rehabilitación de la fachada de la calle de acceso al colegio y la decoración con un mural con temática medioambiental, la realización de un pasacalles con canciones reivindicativas con ocasión del carnaval, y la rehabilitación de la plaza como zona de juego y encuentro social.

Los colectivos que participaron en el proyecto fueron las mujeres de la asociación Camelamos naquerar, el alumnado del colegio público, los vecinos del barrio, las educadoras de la escuela infantil, y los educadores ambientales. También se contó con el apoyo de otras personas que colaboraron en alguna de sus etapas, como los estudiantes de la escuela de artes; o en todas ellas, como es el caso de un fotógrafo, que acompañó el proceso con su cámara, aportando material desde el primer día y quien fue de gran ayuda en la edición y creación del video “Los almendros está caminando”²⁷.

El primer acercamiento de los educadores ambientales al barrio para conocerlo fue en dos momentos: la salida del colegio y la reunión del foro. Así pudieron conocer a los directores del colegio y de la escuela infantil, a algunas de las mujeres de la asociación y a los representantes de los distintos colectivos que se unen para actuar en el barrio. En esos días encontraron su espacio en el barrio y vieron qué posibilidades tenían de desarrollar un proyecto en este contexto. Decidieron dar continuidad a lo que ya se había acordado en el foro para realizar en las próximas semanas, con el objetivo anual de la concienciación ambiental: las dos acciones propuestas eran la realización de un mural en la calle que da acceso al colegio y un pasacalle reivindicativo con ocasión del carnaval.

Llegamos para dar, con ojos, oídos y manos abiertas, para estar atentas a las soluciones emergentes (Relato, educadora ambiental).

En la primera etapa “Los almendros con el medioambiente”, se llevó a cabo el reconocimiento de las ideas previas sobre la temática y sobre su contexto, la sensibilización y la formación de los dos colectivos principales, las mujeres y el alumnado. Durante varios encuentros se conocieron sus concepciones y experiencias previas con acciones de cambio en el barrio para generar un conflicto en la percepción de su realidad, que diera lugar a un compromiso de transformación. Los educadores escucharon desde la perspectiva de los participantes la realidad a la se iban a unir.

Los talleres siguieron la misma dinámica con los dos colectivos. Se comenzó con una lluvia de ideas y una lectura de imágenes de su propio entorno, buscando aquellos elementos que formaban parte del medioambiente. Durante ambas actividades se fueron recogiendo sus comentarios en la pizarra para un posterior debate.

Queríamos trabajar en torno a la idea de ¿qué es el medioambiente? Surgió un debate muy interesante del que se derivó de forma natural en la pregunta que les queríamos plantear ¿qué les gusta del barrio y qué cambiarían o mejorarían? (Relato, educadora ambiental).

Con el alumnado, se incluyó en el taller la proyección de un cortometraje animado que muestra la relación entre las personas y el medioambiente, y que sirvió para fomentar su participación,

²⁷Gran parte de lo relatado se puede ver en el video realizado en esta experiencia y publicado en YouTube: LosAlmendrosestácaminando(Proyecto deEducación Ambiental 14), <http://youtu.be/1HD9aynLoIQ>.

Man del dibujante Steve Cutts. Se les explicó la acción que se iba a hacer en el muro del colegio y se les llamó a la participación con dibujos en los que plasmaran cómo querían que fuera su barrio.



Talleres en la asociación de mujeres y en los colegios.

En la segunda etapa, “Soñamos Los Almendros”, se llevó a cabo la detección de necesidades y la toma de decisiones, así como la priorización de las actuaciones que se querían llevar a cabo para la mejora del entorno.

De los debates realizados con las mujeres y de los dibujos que elaboró el alumnado, se concluyó que lo principal era mejorar las condiciones del camino escolar y conseguir que hubiera un parque donde toda la familia pudiera jugar. Para inspirarse se realizó el visionado de pequeños reportajes de experiencias comunitarias en los que se rehabilitasen espacios públicos. A partir de estas actividades se generó una lluvia de ideas sobre cómo llevar a cabo una experiencia similar en su contexto y se acordó convertir la plaza en un espacio preparado para el juego.

De forma paralela, se aprovecharon las acciones ya acordadas en el foro para organizarse y tomar las primeras decisiones consensuadas con creatividad y buscando distintos recursos, tales como: a) realizar una solicitud al ayuntamiento de limpieza del entorno escolar, y b) ponerse en contacto con la escuela de artes para pedir unos estudiantes voluntarios para realizar el mural. Su papel fue el de recoger en un boceto todas las ideas representadas en los dibujos del alumnado y elegir las más relacionadas con el lema “Los Almendros con el Medio Ambiente”.

Las mujeres llevaron a cabo el trabajo de pintar el muro de blanco y el alumnado hizo el mural junto con los voluntarios. Se consiguió en tres días de duro trabajo; estaban orgullosos, motivados y dispuestos a seguir cambiando el barrio, porque ya habían experimentado que realmente “la unión hace la fuerza”.



Muro con temática ambiental en la calle del colegio.

Entre todos decidimos cómo pintar el muro del colegio, recogiendo opiniones de ellas como: podemos usar cepillos en vez de brochas, primero tenemos que tapar los agujeros con cemento o vamos a intentar pedir materiales por el barrio para que nos sea más fácil (Relato, educador ambiental).

El pasacalle durante el día del carnaval se convirtió en un momento reivindicativo en el que se recorrieron las calles para luego reunirse en la plaza para cantar y decir bien alto cuáles eran los deseos de cambio. Las mujeres elaboraron unas letras para cantar y unos disfraces en los que se representaban los sueños que estaban llenando las conversaciones en la asociación.

Mi barrio Los almendros es particular,
tenemos ya las casas ¡nos falta mucho más!

¿Dónde están las papeleras?

El consultorio ¿dónde está?

¿Dónde están las zonas verdes?

¡Y sitio para jugar!

¡pequeño soy! ¡pero puedo ayudar!

Seguro que entre todos lo vamos arreglar

(Versión modificada por la asociación Camelamos naquerar de la canción infantil “El patio de mi casa”).



Carnaval reivindicativo en la plaza del barrio.

En la tercera etapa “1, 2, 3 grabando en Los almendros”, se realizó un video para difundir el proyecto y fomentar la participación de otros colectivos del barrio en la siguiente etapa. Este permitió también hacer una devolución a los colectivos ya implicados de lo que se había conseguido hasta el momento. En el video se incluyeron fotos, entrevistas, anotaciones, frases de los diarios de los educadores y un texto redactado por las mujeres contando su experiencia. Se proyectó en el foro, en los centros educativos, en la asociación Camelamos naquerar, en el centro social del barrio y en la universidad. Sirvió para dar a conocer lo que se estaba creando, y más importante, para que las personas que habían participado ya dieran sentido a su acción dentro de un contexto más grande y siguieran adelante en el proyecto.

Contar historias es dar a conocer lo que ocurre, dar a la otra la oportunidad de saber más de lo que un lugar puede decirnos. Esta historia tiene que recorrer camino y llegar a ojos, oídos y corazones de personas que son del barrio y no saben lo que allí ha pasado, que no son del barrio, que no saben que ese gran barrio existe... (Relato, educadora ambiental).

En la cuarta etapa “Los Almendros está caminando” se materializa la creación de un proyecto de acción para la vida en comunidad. Se llevó a cabo la restauración, limpieza, decoración y disfrute de la plaza.

Para comenzar, se solicitó al ayuntamiento una autorización para intervenir en la plaza abandonada y su colaboración con los equipos de limpieza en la fumigación y desinfección, en la construcción de muros de seguridad en el perímetro de la plaza, y en la aportación de la pintura necesaria para pintar, de papeleras y de plantas. En varios días contestaron diciendo que solo se comprometían a hacer la fumigación y desinfección de la plaza, que solamente podían aportar escobas y rastrillos para limpiar y que lo demás lo darían para el próximo curso escolar.

Ante esta respuesta la asociación de mujeres reunida tomó la decisión de destinar al proyecto el dinero que tenían ahorrado hasta el momento, el cual pensaban invertir en un viaje formativo al museo de la mujer gitana en la ciudad de Granada. Por su parte, la escuela infantil y el colegio también decidieron aportar dinero y ofrecieron todo el material que ya tenían disponible. Otros materiales necesarios para la obra se pudieron conseguir gracias a la aportación de los vecinos (Ej. ladrillos, arena), y del propio entorno se pudo dar un segundo uso a materiales abandonados (ej. neumáticos). Además, se buscaron las mejores ofertas y se solicitó un descuento en los grandes almacenes, explicando el proyecto al que irían destinados los materiales (pintura, ladrillos, cemento, etc.).



Recopilación de materiales.

Fueron cinco días los que se necesitaron para lograrlo. Se consiguió la implicación de muchas personas del barrio y se fue rotando en las distintas tareas a realizar.

Intentamos que la mayoría de las personas del barrio participasen para que así sintiesen que forman parte de esta rehabilitación o mejora del barrio, porque pensamos que solamente así lo iban a cuidar (Relato, educador ambiental).

Las mujeres, junto con los vecinos que se unieron, se dedicaron a limpiar, barrer, pintar, trazar los juegos, construir los muros, escribir los nombres de los colectivos participantes, cavar el hoyo para las ruedas, construir las papeleras, y colgar los carteles en los que se informaba sobre lo que allí se estaba realizando.



Rehabilitación y limpieza de la plaza.

El alumnado participó en función de sus capacidades, desde la educación infantil a la secundaria, adaptando las tareas a aquellas que pudiera realizar cada grupo y acompañándolas con la realización de juegos que fueron dando vida a la plaza. Los alumnos de secundaria recogieron materiales de la escombrera, limpiaron, pintaron y ayudaron con las actividades que se realizaron con los alumnos de primaria e infantil. Realizaron dos juegos de tablero: el juego de lógica y estrategia del “tres en raya” por equipos, y el juego de habilidad y equilibrio del “twister”.



Los alumnos de primaria escribieron los nombres de los juegos y con ellos se hicieron juegos populares como el de velocidad y equilibrio del “1, 2, 3... chocolate inglés”, el de numeración y coordinación de la “rayuela”, y el juego de resolución de problemas y de toma de decisiones del “escondite”.



Los alumnos de infantil pintaron sus manos en los muros y con ellos se hicieron el juego de memoria y motricidad de la canción con gestos “Saco una manita”, y el juego de atención y cooperación del “tren”.



Cuando habláramos de la plaza podríamos decir que es para todos y que está hecha por todos, ¿qué mejor manera de conseguir que se cuidara lo que allí se iba a hacer? Parece que de las manos llegaríamos a la mente y a los corazones... y esa plaza sería parte de cada uno de nosotros (Relato, educadora ambiental).

La última etapa, “Hablamos de Los almendros”, fue el cierre del ciclo con la reflexión y valoración de lo realizado. Se realizó un encuentro vecinal en el centro social en el que se presentó el proyecto por parte de los participantes a todo el barrio. Para ello se apoyaron en fotos, videos y contaron con su propia voz su experiencia. Se compartió ese momento de celebración por el espacio creado con una merienda, música, baile flamenco, y con una tarde entera de juegos que inauguraba la plaza. Las mujeres aprovecharon ese momento para pedir que se cuidara lo que se había realizado.

Aunque todas dudábamos de que se fuera a mantener limpio, queríamos creer que podíamos, con nuestro ejemplo, ir generando un cambio en los demás (Relato, educadora ambiental).



Fiesta de celebración en la plaza.

10. 6 Implicaciones para la práctica docente e investigativa

El proyecto “Camelamos binelar amarí bijuca” muestra que es posible una educación ambiental desde la perspectiva de la pedagogía crítica. Esto supone tener en cuenta la justicia social, la democracia, la igualdad de género, la equidad, el derecho a la diferencia y los derechos humanos. Para ello ha sido necesario:

- Considerar la perspectiva del aprendizaje dialógico en la experiencia educativa.
- Repensar el concepto de educación ambiental ligado a la mejora de la calidad de vida.
- Contribuir a la construcción de una identidad de educadores ambientales comprometidos con la transformación social.
- Unirse a un proyecto de barrio cercano a los movimientos sociales.

- Comprometerse con experiencias, investigaciones e intervenciones útiles y relevantes para la sociedad.
- Generar una construcción colectiva de conocimientos que rompa con ciertos prejuicios y estereotipos instalados en el imaginario social, en este caso hacia las mujeres y hacia la etnia gitana.

La metodología y estrategias educativas utilizadas permiten una relación igualitaria entre los educadores y las personas implicadas. De esta manera, se produce la construcción conjunta del proyecto y la cohesión social entre personas que no suelen estar en contacto en su día a día, unidas por el sueño de un barrio mejor. Siguiendo a Herrero (2014), “hay que entender que lo personal también es algo político. Hay que reivindicar, denunciar, pero también defender a la persona que se ve afectada por esa injusticia”.

Son varios los cambios visibles en el barrio, como la mejora de la calle de acceso al colegio o la plaza rehabilitada. Sin embargo, el gran cambio que propone este proyecto es el de la inclusión en espacios de diálogo y participación a personas con diferentes sistemas culturales y de pensamiento, y, por lo tanto, de códigos distintos. Pero tienen algo en común: ser mujeres; por lo cual comparten una condición y un papel social, que puede ser transformado para su liberación.

Mi lucha personal también llegaba a lo que podría ser mi profesión, la educación ambiental estaba consiguiendo unir aquello que me moviliza y por lo que siento que hay que poner voz (Relato, educadora ambiental).

La figura del educador, como aquel que crea el deseo de acción y de emancipación, es imprescindible para posibilitar la autonomía. Según Kelly (1997), “las mujeres deben tener voluntad de acceder al poder. Puesto que llevamos las cicatrices de las formas en que los hombres han utilizado su poder sobre nosotras, con frecuencia las mujeres no queremos participar en el poder”. Crear una cultura de la participación es esencial para generar una conciencia colectiva como mujeres. Como educadores, no se trata solo de impulsar proyectos, sino de conseguir responsabilizar e ilusionar a las personas que conforman los colectivos que los viven.

Las principales participantes en este proyecto, las mujeres, son uno de los colectivos más vulnerables y oprimidos. Su identidad se une a la pertenecer a una etnia minoritaria: la gitana. Su empoderamiento para convertirse en motores de cambio tiene un gran potencial. Las hace sentirse vivas, llenas de fuerza. Ellas se han convertido en las impulsoras de la transformación en esta comunidad. Aunque a menudo encuentran resistencias entre los hombres, son las protagonistas de la evolución personal y colectiva, y agentes de desarrollo local de gran importancia. Son personas que sienten suyo su entorno, más allá de las paredes de su propiedad privada, y se organizan de forma horizontal para resolver las carencias de este, de su propiedad pública y colectiva. Ellas fueron, desde un principio, las personas más receptivas al proyecto y se convirtieron en el punto de unión entre los distintos colectivos que participaron en él.

La importancia que para ellas tenía su situación de marginación y discriminación, que explicaban por los prejuicios asociados a la cultura gitana y a la localización de la barriada, junto con su deseo de hacer algo para tener unas condiciones de vida más dignas para ellas y sus familias, sirvieron como motivación.

Me sentí muy bien, porque he hecho algo para que mis hijos tengan una vida mejor que la que tienen ahora (Entrevista, mujer de la asociación).

Las dificultades que conllevaba la resistencia al cambio de la población del barrio y la falta de implicación y de respeto de los hombres hacia acciones realizadas sin su liderazgo no supusieron una barrera, sino que una razón para buscar más y distintas estrategias.

La verdad es que hace falta mano de hombres. Deberían haber estado porque no es solo para nosotras y los niños, esto también es para ellos. A veces han venido. Y eso es un paso adelante (Entrevista, mujer de la Asociación).

La creación de un grupo de hombres paralelo al de mujeres ha sido la gran carencia de este proyecto, imprescindible para conseguir un barrio unido y colaborativo, para romper con sus roles dominantes y escuchar lo que las mujeres tienen que decir. Con el sueño de algún día, poder estar todos juntos participando de forma horizontal.



Participación de hombres en el proyecto.

La realización de un proyecto inspirado en la rueda de la investigación-acción supuso que dentro de cada una de las etapas se repitieran las fases de valorar, soñar, planificar y hacer. De esta manera, al finalizar una etapa, estábamos comenzando la siguiente, un proyecto educativo cíclico, que confiaba en la creatividad de respuesta, en el aquí y en el ahora.

La incertidumbre ha sido un reto para mí y se ha convertido en una liberación. He descubierto cómo la espontaneidad trae mucho aprendizaje y que el propio proceso ha ido dando lugar al siguiente paso (Relato, educadora ambiental).

Podemos entender la rueda de la investigación-acción con el ejemplo de la etapa “Los almendros está caminando”. Se inició con una valoración del estado y las posibilidades del entorno en el que se iba a realizar la intervención. Para ello se salió a la plaza para recorrerla y fotografiar sus distintos espacios, centrando la atención en aquello que era positivo y aquello que dificultaba el proyecto, en lo que podía ser restaurado y en aquello de lo que se carecía. A continuación se hizo una primera reunión para soñar con el espacio que se quería crear, en la que se dejaron salir todas las ideas para luego determinar cuáles de estas eran factibles y cuáles había que descartarlas. Una vez seleccionadas, en una segunda reunión se creó una organización temporal y un reparto de las tareas. Cuando se tuvo todo preparado, se salió a la plaza para llevar a cabo las acciones programadas, siendo flexibles a los imprevistos y a las sorpresas, y se hizo una reunión para evaluar los resultados obtenidos y celebrar los logros.

Durante todo el proceso hay muchos momentos de diálogo. Hay situaciones en las que hay que parar para ponerse de acuerdo o para buscar una solución. Hay emociones que hay que poner en común. Son encuentros que surgen en la propia actividad y en las relaciones humanas. Es muy importante detenerse para que estos ocurran, ya que no se pueden organizar y el poder de estos es resultado del momento presente.

Mujer 1: A mí me da vergüenza decir que soy de Los almendros.

Mujer 2: Yo no quiero que mis hijos vean lo mismo que he visto yo.

Mujer 3: Es muy bonito decir todo esto, pero luego no lo hacemos.

Mujer 2: Tenemos que ser ejemplo para nuestros hijos (Nota de conversación, mujeres de la asociación).

Surgen muchos momentos de indecisión e inseguridad. Los educadores tienen que estar presentes hasta que se consigue consolidar un grupo capaz de apoyarse internamente, con personas que actúen como mediadoras y líderes. No se trata de una única persona que tome el papel de guiar al grupo, sino de muchas que sean capaces de rotar en ese papel.



Las cuatro fases de la etapa “Los almendros está caminando”.

10.7 Proyecciones y conclusiones

La educación ambiental puede ser una oportunidad para fortalecer la democracia, la cooperación y participación. Limón (2008) considera que “la ciudadanía democrática ha de implicarse en una participación ética, dialógica e igualitaria que, inexcusablemente tendrá consecuencias ambientales: una ciudadanía que responda al cuidado y mejora de su hábitat”. Hablamos de una ciudadanía con capacidad para la producción de las condiciones de existencia y los proyectos de vida ante situaciones de degradación ambiental. De esta forma la educación es una forma de lucha contra las consecuencias del descuido de algunos barrios desde las instituciones como una forma de exclusión, la que se va constituyendo en la identidad personal y colectiva.

Esta experiencia supone un cambio en la mirada hacia las posibilidades de la educación ambiental. La cual podría ser incluida dentro del currículo de los niveles básicos de la educación y planteada como la recuperación por la preocupación y cuidado de lo público y lo colectivo. Se llevaría a la práctica en la participación en el desarrollo de pequeños proyectos de acción comunitaria en el entorno como un ejercicio básico de ciudadanía. Esta propuesta la apoya Santos Guerra (1996) al decir que “la participación es en sí misma educativa, al desarrollar la responsabilidad y la capacidad de dialogar, de planificar, de aprender, de trabajar en equipo, teniendo también un carácter propedéutico respecto al aprendizaje que hay que hacer para vivir en sociedad democrática, no ya mañana, sino el mismo día, ya que el escolar es a la vez ciudadano”.

La degradación ambiental sigue siendo un signo de crisis de la civilización. Las propuestas formativas que transforman la relación de las personas con su entorno son la base para la inclusión social y la construcción de ciudadanía. Dignificar un barrio es dignificar a las personas. Por ello es una necesidad apostar por una educación que potencie la capacidad restauradora de los lugares y que abra posibilidades hacia la intervención para vivir en lugares más satisfactorios.

Miro a mi alrededor: hay niños jugando, saltan de rueda en rueda, corren unos tras otros, saltan a la comba, lanzan la piedra en la rayuela... hay mujeres que juegan con ellos o que están acompañándolas y hombres jugando a la petanca. Nos juntamos todos y en corro cantamos "La plaza de mi barrio es particular". Me siento satisfecha y feliz por compartir ese momento con personas que ahora son parte de mi realidad y yo de la suya (Relato, educadora ambiental).



La plaza de Los almendros tras su inauguración.

Los maestros necesitan de una formación universitaria que les sensibilice a estas realidades y que les haga conscientes de la importancia de vincular su aula con el entorno en el que se encuentra. El compromiso social debe de ser una cualidad docente, al igual que es necesaria una mayor formación acerca de cómo las personas aprenden, es decir, del proceso que se lleva a cabo para adquirir un aprendizaje. Para ello, es necesaria la construcción de una identidad de educadores ligada a la creatividad e incertidumbre de procesos vivos y compartidos.

Todo proceso, experiencia o intervención ambiental ha de ser un aprendizaje compartido entre educadores y participantes. Es posible entender la educación desde un diálogo igualitario, como un espacio de interacciones que genera aprendizajes desde la dimensión social, cultural e instrumental. En esta experiencia se ha realizado desde el trabajo más manual hasta la escritura de cartas oficiales, asambleas con representantes de organismos, realización de planos, lectura de textos y visionado de videos.

El poder que puede tener el plantear una pregunta y potenciar un debate es muy grande, mucho más que el que puede ofrecer una charla informativa. Es necesario para los educadores aprender a plantear conflictos, a sacar de la zona de confort y a educar con las emociones.

Algunos ejemplos de las preguntas que se realizaron en este proyecto son ¿qué os hace falta?, ¿a quién se lo podéis pedir?, ¿podéis crearlo vosotras en comunidad? y ¿podéis participar en vuestra realidad? También hay que saber acompañar sus respuestas, con amor y afecto, creando cercanía y unión, porque sacan miedos, dudas y anhelos. Una vez gestionadas las emociones, es importante enseñar a argumentar, a hacer válida una idea, una propuesta, una opinión o un juicio. Un grupo de personas capaces de hablar, de escuchar y de llegar a acuerdos es la base para una sociedad humana.

Habíamos visto actitudes de ayuda y escucha, se habían buscado soluciones a problemas juntos, se habían atrevido a hacer algo diferente y se había disfrutado, mientras se aprendía. Si no estaban acostumbrados a hablar, a elegir, a proponer... no lo habían hecho nada mal, ¿qué se podría conseguir con más tiempo? (Relato, educadora ambiental).

Referencias

- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Madrid, España: Siglo XXI.
- Kelly, P. (1997). *Por un futuro alternativo*, Barcelona, España: Paidós.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la Investigación Acción*. Barcelona, España: Lerates.
- Limón, D. (2008). *Ecociudadanía. Participación ética y perspectiva de género*. Barcelona, España: Diálogos Xativa.
- Márquez García, M. J., Padua Arcos, D., & Ibáñez Luque, L. (2014). Comunidades de aprendizaje y éxito educativo. En A. Moreno Doña & M. Arancibia Herrera (Eds.), *Educación y transformación social. Construyendo una ciudadanía crítica*. Valparaíso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Santos Guerra, M. A. (1996). La democracia, un estilo de vida. *Cuadernos de Pedagogía*, 251, 50-54.
- Vigotsky, L. (1998). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: Fausto.
- Herrero, Y. (2014). Cambiar las gafas con las que vemos el mundo: educar en clave ecofeminista. Encuentro de Verano de Concejo Educativo de CyL.

CAPÍTULO 11

El trabajo experimental con personas sordas en la educación en ciencias

Lesly Guadalupe Morales Sánchez

Posgrado Universidad Pedagógica Nacional-Ajusco

México

lesgpmosa@gmail.com

Ángel Daniel López-Mota

Universidad Pedagógica Nacional-Ajusco

México

alopezm@upn.mx

Contenidos

Resumen

11.1 Introducción

11.2 Contexto de la investigación

11.3 Marco teórico: los modelos

11.4 Desarrollo de la investigación

11.5 Categorías analíticas

11.6 Ejercicio analítico

11.7 Proyecciones y conclusiones

Referencias

El trabajo experimental con personas sordas en la educación en ciencias

Resumen

Por medio de los datos provenientes de una investigación de posgrado²⁸ pretendemos reflexionar acerca del conocimiento que construyen adolescentes sordos-señantes sobre fenómenos ópticos –la refracción de la luz–, previo a una intervención didáctica. Lo anterior, haciendo uso de la teoría de modelos como referente para identificar y analizar las representaciones que los participantes construyen para explicar el fenómeno en cuestión y tomarlas en consideración para la enseñanza. Una prioridad de dicha investigación es aportar referentes, como la estrategia de investigación/enseñanza de predecir-observar-explicar un fenómeno, que permitan orientar la práctica docente desde la comprensión de la realidad educativa en ambientes diversos. Estos aportes van desde lo instrumental, al proponer formas concretas de acercarse a este conocimiento inicial de los escolares, pasando por la comprensión de la situación lingüística y cognitiva que implica el trabajo con escolares sordos-señantes, hasta llegar a una representación en forma de modelo que da mayores posibilidades para la toma de decisiones del docente en la clase de ciencias.

11.1 Introducción

Unos pocos datos nos pueden dar una idea de la magnitud que representa en la sociedad mexicana el fenómeno de la sordera y, por ende, el potencial que significa trabajar para esta población. Según datos de la página oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), hasta el año 2010 en México había aproximadamente 688.712 personas que presentaban dificultad para escuchar aun con auxiliar auditivo; y cada año nacen cerca de 4.000 niños con esta condición. Durante la educación básica escolarizada los alumnos sordos se encuentran inmersos en el proceso de adquisición de una segunda lengua en su modalidad escrita, que en el caso de México es el español, siendo generalmente su primera lengua la de señas mexicana (LSM).

En el trabajo con escolares sordos-señantes, es posible detectar algunas dificultades que se presentan al abordar temas científicos, como son: a) que los materiales y recursos disponibles para la enseñanza de las ciencias naturales se encuentran principalmente en español –la segunda lengua–; y b) la carencia de signos estandarizados en LSM que den cuenta de los fenómenos naturales y permitan elaborar representaciones²⁹ con cierto grado de precisión,

²⁸ Agradecemos el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para la realización de esta investigación a través de la beca otorgada por el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) al primero de los autores y que ha hecho posible la tesis: Morales, L. G. (2017). *Aproximación a los modelos iniciales de un escolar sordo señante sobre la refracción de la luz* (tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional-Ajusco, México).

²⁹ Los campos de la educación especial y el de la didáctica de las ciencias o educación en ciencia se encuentran separados en México, lo que muy probablemente explica la total ausencia de investigación sobre las representaciones de sordos-señantes acerca de fenómenos estudiados por la ciencia. Sin embargo, el campo de educación en ciencias o didáctica de las ciencias entre 1980-1990 fue un terreno de indagación muy prolífico internacionalmente, con respecto a las representaciones mentales de alumnos con audición normal.

dificultando la comprensión de tales fenómenos. Son evidentes, pues, las implicaciones que tienen las características de materiales y recursos para la enseñanza de ciencias con sordos-señantes, así como las características de la LSM que resultan en situaciones comunicativas complejas durante la construcción de explicaciones acerca de fenómenos naturales.

Debido a las situaciones antes mencionadas, los docentes afrontan dificultades al pretender la comprensión de fenómenos naturales por parte de sus estudiantes. Esto es un asunto central en la educación en ciencia, pues esta consiste en responder a la pregunta: ¿cómo la actividad cognitiva de comprender la realidad natural mediante modelos explicativos, junto con elementos lingüísticos para designar el mundo, permite a los estudiantes construir pensamiento científico escolar? Esta función comprensiva de aprender ciencias, tiene implicaciones cuando se enseña ciencia a una población –como lo es la de sordos-señantes–la cual puede presentar dificultades para establecer una vinculación semántica entre fenómenos y las denominaciones científicas abstractas que los explican.

La pertinencia de este trabajo se identifica principalmente, en un primer momento, con el aspecto metodológico presente en la investigación con población sorda-señante. Pues utilizar una estrategia como la de predecir-observar-explicar (POE) (Champagne, Klopfer, & Anderson citado en Gunstone & White, 1981) un fenómeno natural –que en su origen buscaba revelar comprensión por parte de los sujetos investigados–, combinada con un experimento ilustrativo para acercarse a las representaciones mentales del participante, es una aproximación nueva con esta población. En un segundo momento, este mismo procedimiento puede ser utilizado como una estrategia útil en el aula para el diagnóstico o primer acercamiento a las ideas de los estudiantes –en un encuadre de enseñanza– acerca de un fenómeno natural y la búsqueda de su explicación por medio de la idea de modelo.

11.2 Contexto de la investigación

Para el cumplimiento de los objetivos previstos en esta investigación, conocer los modelos de sujetos sordos-señantes acerca de la refracción de la luz, se optó por un enfoque epistemológico interpretativo; el que permite acercarnos a las representaciones mentales de los escolares sordos-señantes acerca de fenómenos ópticos –objeto de estudio para el alumno–, encauzando la investigación hacia la descripción y análisis de dichas representaciones.

Las decisiones metodológicas se orientan desde una perspectiva cualitativa que trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades y su estructura dinámica. En congruencia con el planteamiento hecho y las características de la población sorda-señante, diseñamos un estudio de caso interpretativo. La pertinencia del estudio de caso –un sujeto– deriva de la singularidad y concreción de la situación, así como de la necesidad de contar con datos primarios que sirvan como referencia para estudios posteriores con esta población. Es interpretativo porque reúne información sobre un caso, con la finalidad de interpretar –por medio de categorías analíticas acordes con las representaciones que se forma el participante y que corresponden al Modelo ONEPSI que se describirá más adelante–, las representaciones de un sujeto sobre un fenómeno a ser explicado.

El participante³⁰ de la investigación fue seleccionado a partir de una muestra intencional conformada por tres alumnos de educación secundaria (12-15 años) caracterizados como sordos-señantes³¹. Al hacer referencia al sordo-señante, retomamos la perspectiva de Mintz (2009), conceptualizándolo a partir de su pertenencia a un grupo cultural denominado sordo y al uso de su lengua materna. Esto es que, sin importar su grado de pérdida auditiva, privilegia el uso de la LSM en sus intercambios comunicativos; con ello se busca caracterizar al participante a partir de lo que sí puede hacer y no de una condición sensorial que pueda ser vista como una limitación.

Debido a esta forma de caracterizar al participante, se da un papel privilegiado al medio de comunicación que este utiliza, pues su lengua es una herramienta de comunicación que permite la formación de representaciones y la intervención en el mundo. Lemke (2012) afirma que todas las muestras investigadas son intencionales, pues se elige el discurso que se va a analizar; y en este caso, el discurso LMS requiere de un discurso muy particular. Y siendo que el objeto de estudio para esta investigación está en torno a las representaciones mentales, es fundamental hacer el acercamiento desde la lengua materna del participante.

Resulta necesario aclarar qué del discurso se ha analizado en este estudio. El análisis no está centrado en el discurso natural de los participantes –en su sentido clásico–. La unidad mínima de análisis fue la conversación, retomando principalmente el aspecto semántico de la misma, dejando para otro momento las informaciones provenientes del lenguaje considerado no-verbal como son: pausas o cortes durante el diálogo, bajar la rapidez, habla simultánea, entre otras características de este tipo de comunicación.

A continuación presentamos los modelos, como sustento teórico de nuestra investigación y la derivación de categorías analíticas para el análisis de las representaciones mentales de nuestro sujeto y la forma de proceder en la recolección de tales representaciones.

11.3 Marco teórico: los modelos

Al centrar nuestro trabajo en las representaciones mentales de adolescentes sordos-señantes en el campo de la educación en ciencia, resulta indispensable dejar sentado el papel de los modelos. En esta intención, nosotros nos colocamos en el terreno didáctico que se nutre de tres vertientes teóricas, como lo son: la corriente semanticista proveniente de la epistemología de Giere (1938), su uso como ciencia escolar (Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo, 2003), y la condensación de trabajos provenientes de la ciencia cognitiva que realiza Gutiérrez (2014) por medio del Modelo ONEPSI³².

Así, por un lado, visualizamos la práctica de la enseñanza basada en la comprensión-explicación con énfasis en la semántica por encima de la sintaxis (Giere, 2004) de los fenómenos estudiados

³⁰ Adolescente femenino de 18 años de edad, con dominio de la LSM, inscrita en segundo grado de educación secundaria en escuela regular –aula integrada para sordos–, con apoyo de intérprete.

³¹ En este texto solo se reporta un caso.

³² Ontológico-Epistemológico-Psicológico (ONEPSI).

por la ciencia. Y también lo hacemos cuando esta acción semántica es realizada en un entorno escolar, el de la ciencia escolar de Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo (2003); a partir de concebir que la explicación de dichos fenómenos es posible –tanto en la ciencia como en la ciencia escolar– mediante el uso de los modelos.

Por otra parte, consideramos que el Modelo ONEPSI recoge, en su planteamiento ontológico, epistemológico y psicológico, aspectos esenciales para la explicación del mundo por parte de los sujetos que buscan conocerlo, y que Gutiérrez & Pintó (2004) articulan en una definición de modelo que nos permite armonizar el mundo científico, el mental y el didáctico.

De esta manera, estamos en posibilidad de ofrecer una forma didáctica de proceder en la enseñanza de la ciencia con adolescentes sordos-señantes para lograr comprensión en los fenómenos que estos estudian en clase; a partir de consideraciones teóricas basadas en el papel de los modelos en la ciencia y tomando en consideración la importancia de las representaciones de los sujetos para conformar explicaciones del mundo y dar a conocerlas a los profesionales del campo didáctico para su aprovechamiento en la enseñanza.

En el devenir histórico desde la década de 1920 hasta nuestros días, el rol de los modelos en ciencia ha sido matizado a partir de distintas perspectivas epistemológicas:

- Empirismo: al abordar la parte lógico-lingüística de las ciencias se entiende que prioriza lo sintáctico, por lo que el modelo tiene un papel secundario; al considerarse una estructura subordinada a la sintaxis del desarrollo científico.
- Las revoluciones científicas de Khun: quien aporta la elaboración de un constructo ejemplar, imitable, canónico que guía en la búsqueda de soluciones a problemas de investigación. Le da mayor importancia al concepto de modelo.
- Semanticismo: que permite que los modelos adquieran un papel principal, al considerarlos como proyecciones posibles para explicar hechos reales desde la teoría y se nutre de la concepción de modelo ejemplar de Kuhn.

Mediante el semanticismo, el papel de los modelos en ciencia adquiere relevancia. Esta corriente forma parte de la nueva filosofía de la ciencia y es retomada en el campo de la educación en ciencias. Tal filosofía se centra en una corriente epistemológica interpretativa que permite definir la ciencia como una actividad humana dedicada a la construcción de interpretaciones de fenómenos que dan sentido a nuestras acciones y nos dejan comprender el mundo (Sanmartí, 2002; Revel, 2010; Rodríguez Pineda, Izquierdo Aymerich, & López Valentín, 2011).

Didactas de la ciencia como Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo (2002, 2003, 2009, 2012, 2013) han mostrado, para beneficio de la ciencia escolar, la forma en que la visión semanticista centra su interés en cómo las teorías científicas dan sentido al mundo sobre el que se aplican y dan también cuenta cómo epistemologías empiristas y positivistas seccionan del plano sintáctico a la teoría y, sobre todo, a los modelos. Así, los modelos implican relaciones lógicas y experimentales con los fenómenos como hechos interpretados, y no solo con los enunciados

teóricos de los que se compone la teoría a nivel proposicional. Esto significa aproximarse a las teorías a través de los modelos que las componen –mediadores entre la realidad y la teoría– en vez de hacerlo por medio de la compleja red conformada por los enunciados (fundamentalmente de carácter matemático).

A partir de la concepción semanticista de Giere (1999, 2004) de hacer ciencia, son aceptadas las afirmaciones sobre los fenómenos como no provenientes directamente del mundo, sino de definiciones elaboradas a partir de modelos, que actúan como mediadores entre las declaraciones y el mundo. Reconoce que las leyes en realidad son enunciados aproximados y acotados a unas condiciones determinadas sobre el fenómeno, no como verdaderos ni como absolutos ni como un reflejo exacto de la realidad; lo cual es contrario a la visión tradicional de la ciencia. La verdad exacta y literal no es tan importante desde este posicionamiento, se plantea que solo es necesario un grado suficiente de aproximación para el propósito interpretativo que se persigue.

De esta forma, la finalidad de la observación y experimentación es parte de un proceso de validación acerca de qué modelo “encaja” mejor respecto de las entidades identificadas, con sus características o propiedades, en un sistema del mundo real que se está investigando. Para, finalmente, representar tales entidades y características dentro de un sistema por medios no necesariamente matemáticos –enunciados, leyes o proposiciones–, sino lingüísticos o gráficos que caracterizan los fenómenos estudiados. Al aceptar representaciones no necesariamente matemáticas, iguala el estatus de los tipos de formas para representar, sin privilegiar o presuponer superioridad de algún tipo de representación simbólica. Esto es posible gracias a que el enfoque interpretativo del que se desprende la visión semántica, no se limita a considerar como conocimiento teórico los saberes rígidamente formalizados en forma generalmente matemática y con lo cual se gana en soltura para analizar las representaciones de escolares en la construcción de conocimiento escolar.

Las principales implicaciones de la corriente epistemológica semanticista en la didáctica de las ciencias son: el giro que el lenguaje tiene en la enseñanza de las ciencias –al priorizar la semántica y la pragmática–, así como la importancia de la transposición didáctica y el impacto de tal prioridad en las prácticas de diseño, puesta en marcha, evaluación y validación de estrategias didácticas (Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009). Por esto, parece pertinente y estimulante alentar la incorporación de modelos en secuencias didácticas, con el fin de ofrecer formas de enseñanza que permitan a alumnos sordos-señantes utilizar sus representaciones mentales para explicar el mundo y nosotros dar a conocer cuáles son –en forma de modelo–, para contribuir a su formación en ciencias.

Ahora bien, el concepto de modelo en ciencia es utilizado en el terreno de la didáctica de las ciencias o educación en ciencias de manera similar. El modelo no es la realidad, sino una aproximación que retoma aspectos de esta para poder comprenderla, estudiarla y sobre todo enseñarla –mediante procesos de modelización–. Así, “...los modelos científicos,... son pensados desde el ámbito epistemológico como representaciones mediadoras entre las teorías y los

fenómenos del mundo, los cuales son retomados como esenciales en el desarrollo de la actividad científica escolar...” (López-Mota y Moreno-Arcuri, 2014).

Hemos referido el Modelo ONEPSI de Gutiérrez (2014) como herramienta para el análisis de las representaciones mentales. El hecho de que este proponga una serie de elementos constitutivos de un modelo –componentes ontológicos– permite tener un referente claro para categorizar las representaciones del sujeto participante y construir los datos en torno a una visión teórica.

Así, respondemos a la necesidad de organizar contenidos a partir de una lógica cercana a los escolares y no a una lógica disciplinar. Con ello, desde la modelización, se observa la necesidad de modelizar un fenómeno que puede ser representado por un sistema físico, en este caso particular, el fenómeno de la refracción de la luz; modelizado a partir de un sistema físico concretizado mediante un experimento ilustrativo, que da al participante referentes concretos para trabajar con sus representaciones mentales y los aspectos abstractos de la disciplina. Tal y como es planteado cuando se señala que “los modelos son las entidades principales del conocimiento científico escolar, siempre y cuando se conecten con fenómenos relevantes para quienes aprenden y les permitan pensar sobre ellos para poder actuar” (López-Mota et al., 2012).

Los modelos iniciales de los estudiantes, son representaciones mentales espontáneas – interpretadas en forma de modelos– en su origen y, generalmente, de uso cotidiano, que ellos presentan antes del desarrollo de un proceso formal de aprendizaje o construcción de conocimiento; dirigido a hacerse de un modelo teórico con mayor poder explicativo y congruente respecto al conocimiento científico consensuado. A estas representaciones se les denomina de forma variada: modelos personales de la realidad, ideas previas, creencias espontáneas, preconcepciones, ideas erróneas, entre otras acepciones; de modo que la utilización del término “modelo inicial” se debe a un posicionamiento desde una perspectiva más amplia donde se antepone cierto respeto intelectual hacia los alumnos y sus ideas (Gutiérrez, 2014).

Es preciso considerar las ideas que los alumnos constituyen a partir de sus referentes empíricos y que son expresadas en el aula, considerándolas con el mismo valor que cualquier otra representación más sofisticada; sea que se construyan en situaciones cotidianas, como si representaran el cúmulo elaborado durante la escolarización, pues estas ideas previas tienen sentido para los alumnos y les son útiles cuando elaboran argumentaciones que explicitan su conocimiento.

Considerar los modelos iniciales de los sujetos es o debería ser relevante para: a) el diseño y desarrollo curricular; b) la selección y organización de los contenidos que se van a enseñar; y c) la propuesta de estrategias didácticas que busquen lograr mejores representaciones o modelos para la comprensión de fenómenos científicos. La identificación de estos modelos representa dar cuenta del comportamiento cognitivo de los alumnos, al posibilitar entender cómo dan cuenta de la realidad natural a nivel mental y qué relaciones establecen con otros modelos en campos

temático-disciplinares similares o diferentes; lo que potencialmente desemboca en que los contenidos científicos sean comprendidos mediante modelos cada vez más robustos.

La inferencia de estos modelos, a partir de las ideas previas de los sujetos, puede hacerse de dos maneras: 1) a partir del análisis de la información de ideas previas en la literatura especializada que generalmente está categorizada por edad, disciplina y tema; 2) a partir de información construida desde representaciones gráficas, esquemas, cuestionarios y entrevistas con la población de interés (López-Mota & Moreno-Arcuri, 2014). La primera hace referencia a la revisión de la literatura especializada y la segunda nos permite a nosotros hacer, a partir de la experimentación en el mundo real –para nuestro caso un fenómeno de refracción de la luz– una interpretación de las conductas cognitivas de los sujetos.

11.4 Desarrollo de la investigación

La investigación fue pensada en términos de respetar la primera lengua de los participantes –la LSM–, y las sesiones de trabajo fueron videograbadas en su totalidad, traducidas y transcritas al español.

Como se había mencionado anteriormente, nuestra aproximación es de corte cualitativo. Las técnicas utilizadas fueron: entrevista *teach-back* y entrevista focalizada, ambas orientadas por el POE en coadyuvancia con el experimento ilustrativo. Esto es, la actividad experimental fue utilizada como situación detonadora de acciones que posibilita la construcción de explicaciones respecto del comportamiento de los fenómenos naturales –refracción de la luz– y permite al sujeto participante predecir, observar y explicar –y es una situación estratégica para el investigador o el docente, a la que le pueden sacar provecho–. El papel del experimento ilustrativo es ser una experiencia de primera mano que permita a los participantes transitar entre lo concreto –el hecho fenoménico– y lo abstracto –las explicaciones–.

A partir del trabajo realizado con la estrategia y técnicas, es posible afirmar que el trabajo experimental: 1) permite interactuar con el participante dialógicamente acerca de un hecho puesto en común; 2) ofrece elementos para configurar un modelo por el participante, esto es, acceder a las explicaciones que el participante genera acerca del fenómeno (con algunas limitaciones); 3) orienta el trabajo metodológico desde una lógica problematizadora –científico disciplinar y así, poder explicar el fenómeno y, lingüísticamente, permite referirse a lo visible y no visible– y no desde un aspecto meramente disciplinar-memorístico; 4) permite formular una actividad en la que el participante puede acceder a efectuarla en su propia lengua –LSM–, sin necesidad de adecuar materiales didácticos pensados para alumnos oyentes.

Las técnicas de recopilación seleccionadas están mediadas por el lenguaje. Como ya se dijo, para esta investigación la aplicación de los instrumentos requiere de una mayor especialización, ya que se trata de una lengua distinta al español –la LSM–. Esto, en respuesta a las necesidades del participante. La estrategia y técnicas empleadas para la investigación en extenso son: POE y experimento ilustrativo, entrevista *teach-back* y entrevista focalizada. Para los objetivos del presente escrito nos centramos en el POE, por su potencial como parte de una estrategia

didáctica –en distintos momentos–, viable para uso en un aula de clases con rasgos promotores de la atención a la diversidad con población sorda-señante.

Predicción-Observación-Explicación (POE)

Esta estrategia, que Chamizo (1997) caracteriza como “muy útil en el diagnóstico de cómo piensan los alumnos”, explicita lo que el estudiante piensa espontáneamente sobre un determinado asunto, pidiéndole que realice tres actividades:

- 1) Que haga una predicción sobre un evento específico –doble refracción–, justificando esta predicción; cuando se introduce un “palo” en “agua” y “aceite” contenidos en un mismo recipiente.
- 2) Que describa qué sucede al llevarse a cabo el experimento ilustrativo de la doble refracción.
- 3) Que reconcilie su predicción con la observación.

Con esta estrategia es posible recuperar información de dos tipos: a) de un primer nivel de explicitación en el momento de la predicción, pues permite identificar esas primeras ideas espontáneas sobre la experiencia con el experimento ilustrativo; y b) de un nivel de explicitación más profundo, cuando se solicita a los participantes explicar y comparar sus predicciones con la observación realizada previamente.

Como parte del POE está también el registro gráfico que realiza el participante acerca de los momentos de predicción y observación para, en la fase de explicación, poder contrastar esas evidencias gráficas con su pensamiento y que para este caso constituirán un “dibujo explicado”. Este procedimiento puede aportar información importante tal y como lo prevén Pujol Villalonga & Márquez (2011), que plantean tales evidencias como modos de lenguaje no-verbal, al igual que los diagramas y maquetas. La finalidad última de estas representaciones gráficas es ayudar al alumnado a representar e interpretar situaciones relacionadas con fenómenos de interés para la educación en ciencias.

Mediante el dibujo, el participante acciona conocimientos anteriores y experiencias provenientes de observaciones y acciones realizadas, así le es posible construir producciones gráficas que expresan sus propias formas de ver un fenómeno. Además de accionar conocimientos anteriores, obliga a tomar decisiones, plantea dudas y puede despertar interés para confirmar sus ideas o replantearlas; todas ellas, virtudes deseables para un dispositivo didáctico utilizado en la enseñanza.

Para la diversificación de las fuentes de información, decidimos que sería acertado ofrecer al/los participante/s la posibilidad de explicitar sus representaciones a través de un medio gráfico; que si bien puede ser un dibujo, también podría ser un esquema que responda a las necesidades del participante. Para esto, solo se precisó que podría representar de la manera que él/ella creyera adecuada efectuar; utilizando cualquier sistema semiótico que le fuese de ayuda. De esta

manera no tendrían que limitarse a dibujar, escribir o incluir indicaciones iconográficas; de hecho, podrían usar todas.

El experimento ilustrativo

Al interior de las sesiones de recuperación de datos potenciales, el experimento ilustrativo responde a varios objetivos: a) posibilita la modelización del fenómeno de la refracción de la luz; b) permite identificar los constituyentes que componen el modelo o sistema físico involucrado en la refracción de la luz; c) permite la utilización de categorías analíticas y sirve de guía estructural de las técnicas para la recuperación de datos potenciales. Por lo tanto, el sistema elegido está en congruencia con el fenómeno y en correspondencia con los objetivos de investigación (indagar los modelos de adolescentes sordos-señantes).

Sanmartí, Márquez & García (2002) se refieren al trabajo práctico representado en esta investigación por el experimento ilustrativo, como útil para formular problemas para los alumnos a partir de situaciones surgidas de la realidad –“problemas con sentido”–. En esta propuesta, el problema es visto como punto de partida para la construcción de conocimiento y no solo como la comprobación de teoría y posibilita la formulación de una representación mental de los hechos enunciados en problemas abordados en libros de texto, la clase o el laboratorio. Además, estos problemas permiten reconocer la diferencia entre hechos, hechos científicos escolares y hechos científicos.

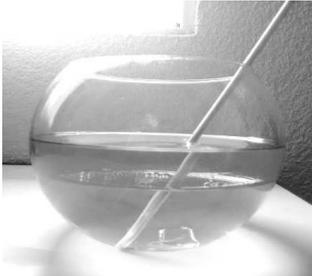
El uso de estos trabajos prácticos ayuda a los alumnos a construir una “memoria episódica”, y pueden ser la base para desarrollar, posteriormente, conocimiento conceptual (Hofstein & Kind, 2012). Así, resulta de interés para esta indagación, posibilitar que el participante tenga insumos para interactuar en las entrevistas posteriores –*teach-back* y focalizada– a la interacción con el sistema físico.

Viiri & Savinainen (2008) escriben sobre el sentido de la enseñanza, lo cual puede concordar muy bien con el sustento que orienta nuestra investigación: ¿Qué sí tiene sentido enseñar? Hacer la pregunta implica un cambio de posicionamiento al pasar de una lógica disciplinar hacia una lógica relacionada con algo más cercano a la cotidianidad y al mundo fenoménico de los sujetos. En este caso, la refracción de la luz, a través de un experimento ilustrativo que posibilita a los participantes establecer vínculos entre el dominio de los hechos observables y el dominio de las ideas.

El experimento ilustrativo se ha utilizado para explorar ideas de los alumnos, como conflicto cognitivo, para tener una familiarización perceptiva, adquirir experiencia sobre fenómenos y así plantear una comprensión sobre ellos (Caamaño, 2003). Al retomar el planteamiento de los modelos, con la importancia que se da a las representaciones mentales del participante, está también el hecho de que solo se puede elaborar un modelo a partir de la circunscripción de un fenómeno propenso de ser explicado por medio de la construcción de un modelo.

El experimento ilustrativo elegido en nuestro estudio es nombrado: “Doble refracción”.

Los materiales que se utilizan para la actividad son: a) un recipiente de vidrio con forma de pecera y dimensiones de 15 cm de altura por 20 cm de diámetro; b) un palo de madera de 20 cm de largo; c) un litro de agua; y d) un litro de aceite de cocina.



El experimento consiste en verter consecutivamente aceite y agua dentro del recipiente de vidrio y, cuando se han asentado los líquidos, se introduce el palo de madera en el interior de la pecera; experimento en el que el sujeto tiene que predecir qué sucederá cuando se introduzca el “palo” en la pecera que contiene “agua” y “aceite” y, luego efectuar la operación y observar lo que realmente sucede, para posteriormente explicar lo sucedido –reconciliando o no su predicción con la observación.

11.5 Categorías analíticas

Al retomar como categorías los constituyentes del modelo –enunciado más adelante–, respondemos al objetivo de investigación directamente, pues es posible identificar dichos elementos en las explicaciones de los alumnos y así poner sus representaciones en términos de modelos.

Como parte fundamental en el diseño del guion para la entrevista teach back, retomamos la propuesta de la tesis doctoral de la Dra. Rufina Gutiérrez (1994) con algunas modificaciones en la actividad experimental detonadora. Como dispositivo teórico-metodológico seleccionado para llegar a los objetivos planteados en esta investigación, ha sido necesaria la identificación de un modelo científico que represente las características específicas del fenómeno seleccionado: refracción de la luz en un nivel cercano al de la ciencia erudita (nivel universitario inicial).

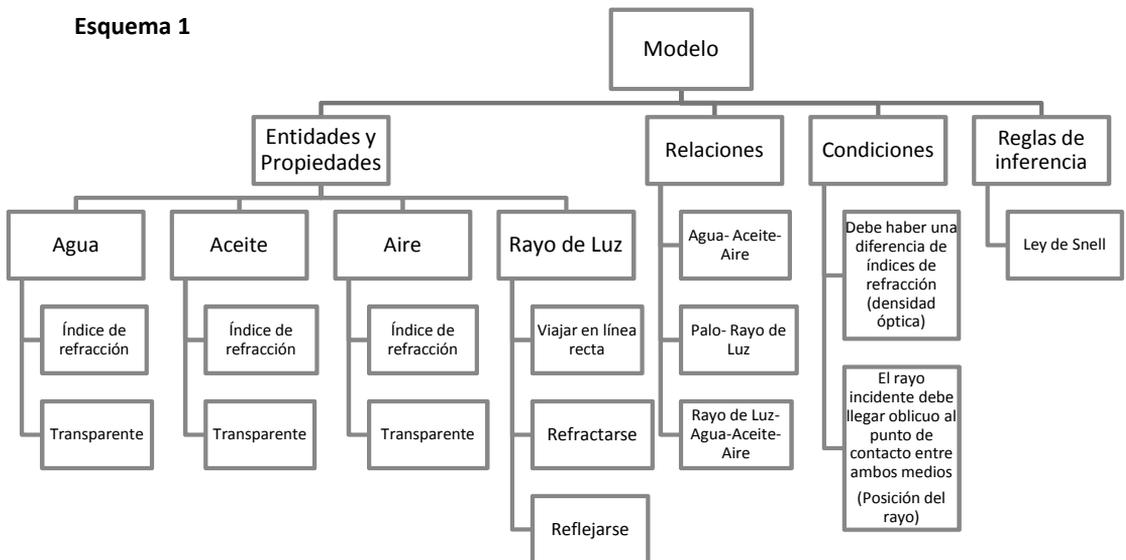
El modelo científico sobre la refracción de la luz, tiene dos papeles en diferentes momentos de la investigación: a) una orientación para la elaboración de un guion entrevistador pertinente y coherente con la ciencia formal; y b) un referente para el análisis de las respuestas obtenidas de dichas entrevistas, puesto que se retoman los componentes del modelo –entidades, propiedades, relaciones, condiciones y reglas de inferencia– que se enuncia líneas abajo y actúa como categorías de análisis para inferir el modelo mental de los participantes.

Para poder inferir un modelo de las representaciones espontáneas de los participantes y para homogeneizar el análisis con relación al modelo científico fue necesario tener una concepción de modelo, la cual fue retomada de Gutiérrez & Pintó (2004): “Un modelo científico es una representación de un sistema real o conjeturado, consistente en un conjunto de objetos con sus propiedades más sobresalientes enlistadas y un conjunto de reglas que declaran el comportamiento de dichos objetos”.

Posteriormente, una revisión de bibliografía especializada de nivel universitario (Domínguez, 2009; Malacara, 1989; Bennett, 1973) permitió poner la información universitaria sobre la explicación de la refracción de la luz en términos de entidades, sus propiedades, las relaciones que entre las entidades se establecen, las reglas de inferencia que visualizan el comportamiento del sistema representado por el modelo teórico y las condiciones en que es posible el funcionamiento de dicho modelo. La conformación del modelo científico sobre la refracción de la luz, en concordancia con la definición de modelo ya referida, fue utilizada para realizar la entrevista teach back –no reportada aquí– y poder explorar los planteamientos del participante acerca del mismo fenómeno.

En el siguiente esquema (Esquema 1) se presenta la construcción del modelo científico de referencia, a partir del POE.

Esquema 1



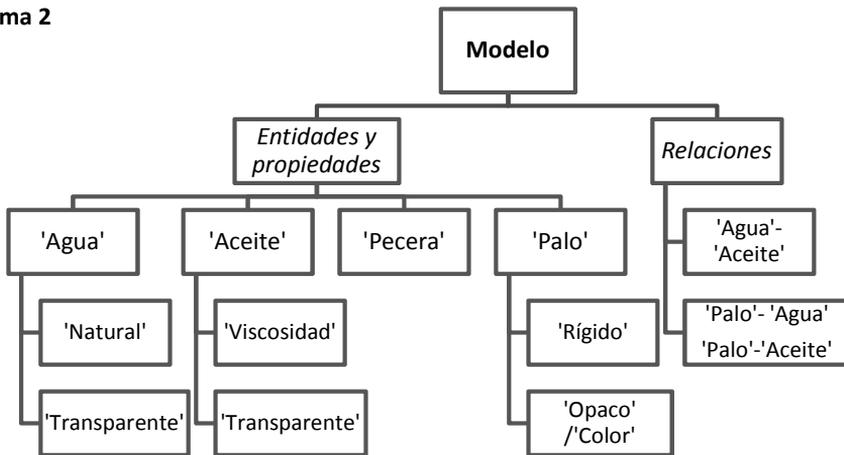
Los resultados que se analizarán más adelante corresponden a la aplicación del POE para uno de los tres participantes en la investigación extensa. Cabe mencionar que gracias a esta aplicación ha sido posible hacer precisiones metodológicas en el trabajo de tesis (Morales, 2017) con uno de los otros dos escolares sordos-señantes.

11.6 Ejercicio analítico

De manera posterior a la sistematización y categorización de los datos en tablas, utilizamos los datos provenientes de estas últimas para construir esquemas que permitieran visualizar los aportes de cada fuente de información. En este caso el POE y así analizar los constituyentes del modelo estudiantil inicial de acuerdo con las categorías de análisis. En concordancia con ello,

presentamos el siguiente esquema (Esquema 2) que contiene entidades y propiedades, así como relaciones establecidas por el sujeto:

Esquema 2



En las siguientes dos tablas se presenta un comparativo entre los constituyentes del modelo científico de referencia y los elementos aportados por el POE para el modelo del sujeto; con el objetivo de analizar los datos construidos por este con respecto al referente científico propuesto desde el marco disciplinar y que en este caso coincide esencialmente con el modelo curricular para educación secundaria (SEP, 2011).

La tabla que se presenta a continuación se compone de dos categorías de análisis: entidades y propiedades de esas entidades. Estas se presentan con la finalidad de establecer una comparación entre el modelo de referencia y la representación del escolar y así reflexionar sobre las coincidencias y diferencias y sobre sus implicaciones en la explicación del fenómeno de la refracción de la luz.

Tabla comparativa de Entidades y sus Propiedades			
<i>Modelo de referencia</i>		<i>Modelo del estudiante</i>	
Entidad	Propiedades	Entidad	Propiedades
Agua	Índice de refracción, transparente	Agua	Natural, transparente
Aceite	Índice de refracción, transparente	Aceite	Viscosidad, transparente
Aire	Índice de refracción, transparente		
Rayo de Luz	Viajar en línea recta, refractarse y reflejarse		
		Pecera	
		Palo	Rígido, Opaco/Color

Hay un par de diferencias entre las entidades que conforman el modelo de referencia y el del participante:

- Las entidades aire y rayo de luz no son identificadas por el participante a partir de la interacción con el sistema físico. Inferimos que ello tiene que ver con el hecho de que dichas entidades, en el primer caso, no es visible –aunque ahí esté presente–, y en el segundo, forma parte del mundo natural, pero no se le integra como parte del sistema físico de referencia y con la propiedad de iluminar los objetos. Asimismo, si las entidades no fueron mencionadas, no les asignan propiedades que las distingan. El hecho de que no sea mencionado el rayo de luz puede ser un indicador de que aún no se ha construido una conceptualización de esta entidad, dadas sus propiedades desde el punto de vista científico. La cual es de relevancia para explicar otros fenómenos estudiados por la óptica. Pareciera que la luz es apreciada como algo natural del mundo observado y no tendría por qué pensarse en que los rayos de luz se transmiten en línea recta, en todas direcciones y “alumbran” los objetos con los que “chocan”; es decir, que juegan un papel en la explicación del fenómeno de la refracción; ya que los objetos no se “enchuecan” o “tuercen”, pero sí los rayos luminosos. En consecuencia, el sujeto no puede distinguir que lo que se “dobla” es el haz luminoso y, no el “palo” –este permanece sin cambios y no forma parte del sistema explicativo del fenómeno–. El caso del aire es similar al de la luz, pero aquí el sujeto no ve el aire, por lo que no existe en términos del modelo explicativo y de que una condición para que el “palo” se “doble” consiste en que el rayo luminoso tiene que pasar por tres distintos medios –aire, agua y aceite– para que el fenómeno de la doble refracción se produzca.
- Por otra parte, las entidades que sí fueron mencionadas por el participante son: “agua”, “aceite” –que también están en el modelo de referencia– así como el “palo” y la “pecera” –que no fueron consideradas en el modelo de referencia–. Las entidades mencionadas por el participante nos remiten al sistema físico utilizado para modelizar el fenómeno de la refracción de la luz, adoptando una forma más descriptiva que explicativa siendo esta una función indispensable para modelizar el fenómeno.

En lo que respecta a las propiedades atribuidas a las entidades, el sujeto hace igualmente referencia a la experiencia con el sistema físico presentado o a otras de la cotidianidad. Por ejemplo, la propiedad que identifica el sujeto como “viscosidad” –para el caso de la entidad aceite– puede tener alguna relación con la densidad, pero no en un sentido que ayude a explicar el fenómeno en cuestión; sino más bien para diferenciarla de la otra entidad presente en la representación del participante –el “agua” que es “natural”–.

A la entidad llamada “pecera” no se le atribuyó propiedad alguna, pero se le identifica como participante en el sistema físico y dentro del sistema funciona únicamente como contenedor; pero no forma parte del modelo explicativo, lo cual es muy claro en el modelo científico. El “palo” es una entidad que presenta dos propiedades –rigidez y color– que tienen que ver con la experiencia concreta que el participante puede tener de primera mano durante el experimento ilustrativo y otras experiencias. El hecho de que estas entidades hagan parte de las representaciones que el participante se hace sobre un fenómeno, reafirma la necesidad que existe de proporcionar apoyos concretos para transitar a un modelo que contenga otras entidades con propiedades que ayuden a los escolares a explicar los fenómenos y salir de la zona descriptiva.

La segunda tabla corresponde a la categoría relaciones. Al igual que la primera, tiene la intención de dar elementos para el análisis de las representaciones del participante.

Tabla comparativa de Relaciones	
Modelo de referencia	Modelo del estudiante
Relaciones	Relaciones
Agua-Aceite-Aire	‘Agua’-‘Aceite’
Palo- Rayo de Luz	‘Palo’- ‘Agua’
Rayo de Luz-Agua-Aceite-Aire	‘Palo’-‘Aceite’

Las relaciones mencionadas por el participante no incluyen las entidades abstractas, naturales/no visibles –rayo de luz y aire– que fueron mencionadas en la tabla anterior. Al ser de esta manera, la consecuencia directa de ello es que no se presenten las relaciones esperadas en el modelo de referencia o científico, principalmente las relaciones rayo de luz-aire, rayo de luz-agua y rayo de luz-aceite. Con lo cual el sujeto no puede explicar el aparente doblamiento del “palo”, que, en realidad, es la desviación del haz luminoso al pasar de un medio a otro; ni tampoco el fenómeno de la doble refracción.

Estas relaciones están en función de una descripción del sistema físico y no en términos de poder explicar el fenómeno en cuestión, en este caso la doble refracción de la luz. Las relaciones establecidas por el sujeto pueden suponer un principio de causalidad, el cual es importante, pero que no basta para explicar el fenómeno; ya que las relaciones identificadas por el sujeto se apegan a los aspectos más fenoménicos de la situación y no se sitúan en un nivel abstracto que posibilite la explicación del fenómeno.

Durante la puesta en marcha del POE no hubo cuestionamientos específicamente dirigidos a identificar posibles condiciones o la construcción de alguna regla de inferencia –sí esto,

entonces aquello, con un comportamiento generalizado- que conformara una explicación más precisa respecto del fenómeno en cuestión. Pero sí estuvo presente la posibilidad de expresar todo aquello que el participante creyera conveniente traer a colación para explicar el fenómeno, tanto en la forma gráfica como en la de señas. Es de destacar que, en otro momento de la investigación que no se reporta en este texto, se abunda en un par de entrevistas –teach-back y focalizada– en donde sí se insiste en estos aspectos.

11.7 Proyecciones y conclusiones

En retrospectiva es posible reconocer la relación propuesta por Hofstein & Kind (2012) entre metacognición y trabajo experimental, asunto que puede representar un componente clave para el diseño de propuestas de desarrollo curricular innovador, con referentes sólidos para la intervención en distintos ámbitos educativos. Este enfoque aportaría soluciones prácticas para una población específica –los sordos-señantes– basados en construcciones teóricas sólidas y funcionales –el trabajo experimental– desde la particular visión de un campo disciplinar como es educación en ciencias y su relación con la lingüística en un encuadre epistemológico.

El papel de la actividad experimental en la modelización posibilita robustecer los modelos iniciales de los escolares a través de la experiencia guiada por el profesor. Para ello, el docente debiera buscar modelar, previamente, un fenómeno a través de varios sistemas físicos que permitan tener referentes concretos para la discusión en clase y poder promover habilidades de pensamiento científico que no solo tienen impacto en la clase de ciencias y que apuestan por una participación activa –en un sentido cognitivo– de los escolares en un aula inclusiva.

Es posible que al identificar los sordos-señantes entidades y propiedades que estén o no relacionadas con el fenómeno per se, y los escolares tengan la posibilidad de incluir o descartar estas posibilidades durante la construcción de un modelo, ello les permita comprender dicho fenómeno o en todo caso el funcionamiento del sistema físico que le es presentado. Y posteriormente, contrastarlo con otros sistemas físicos que modelicen el mismo fenómeno en condiciones distintas, pudiendo encontrar similitudes y diferencias, esto es poder postular y validar sus propios modelos.

Así, por ejemplo en nuestro caso: entre las entidades “agua” y “aceite” el participante identifica una diferencia, la cual puede corresponderse con “peso”, lo que les permite a las sustancias separarse. Sin embargo, la identificación del peso como propiedad presente en diferente magnitud entre los entes no necesariamente está relacionada con el fenómeno de interés, pero puede ser un punto de partida para que esto lleve a al cuestionamiento de qué hay encima del agua y que tiene un peso menor que ella –el “aire”–.

El POE, como actividad para generar un acercamiento a las representaciones mentales espontáneas en la clase de ciencias y no recurrir al típico cuestionario o lluvia de ideas, parece conveniente para proponer estrategias que permitan al profesor diversificar la práctica docente y de esta forma responder a las necesidades de los escolares sordos-señantes. Esto, si se tiene como meta la construcción de conocimiento científico escolar por parte de todos los

estudiantes, sin importar sus características específicas, sea una discapacidad o alguna condición que lo etiquete como perteneciente a una minoría o grupo vulnerable.

A partir del POE es posible tener una visión episódica del modelo del participante e identificar que hay una interacción entre las entidades que se van incluyendo en el sistema físico, tal es el caso del “palo” con el “agua” y el “aceite” en distintos momentos y que habría que ir introduciendo “rayo luminoso”. Algo tendría también que realizarse en la enseñanza, en términos de modelización, para la introducción del ente “aire”.

Referencias

- Adúriz-Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.
- Adúriz-Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1), 40-49.
- Adúriz-Bravo, A. (2013). A ‘Semantic’ View of Scientific Models for Science Education. *Science & Education*, 22, 1593-1611.
<https://dx.doi.org/10.1007/s11191-011-9431-7>
- Bennett, C. (1973). *Física sin matemáticas*. México: CECSA.
- Caamaño, A. (2003). *Los trabajos prácticos en ciencias*. En M. P. Jiménez Alexandre (Coord.), *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Barcelona, España: Graó.
- Chamizo, J. A. (1997). Evaluación de los aprendizajes. Tercera parte: POE, autoevaluación, evaluación en grupo y diagramas de Venn. *Educación Química*, 8(3), 141-145.
- Champagne, A. B., Klopfer, L. E. & Anderson, J. (1979). *Factors influencing the learning of classical mechanics*. University of Pittsburgh.
- Domínguez, H. (2009). *La luz*. México: Correo del maestro.
- Giere, R. (1999). Didáctica de la ciencia basada en el agente. Roles para la filosofía de la ciencia cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra*, 5-8.
- Giere, R. N. (2004). How Models are Used to Represent Reality. *Philosophy of Science*, 7(1), 742-752.
- Gunstone, Richard F. & White, Richard, T. (1981). Understanding of Gravity. *Science Education*, 65(3), 291-299.
- Gutiérrez, R. (1994). *Coherencia del pensamiento espontáneo y causalidad. El caso de la dinámica elemental* (Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid, España).
- Gutiérrez, R. & Pintó, R. (2004). Models and Simulations. Construction of a Theoretically Grounded Analytic Instrument. In *Proceedings of the GIREP 2004 International Conference Teaching and Learning Physics in New Contexts. Selected Papers* (pp. 157-158). Ostrava, Czech Republic: University of Ostrava.
- Gutiérrez, R. (2005). Polisemia Actual del Concepto “Modelo Mental”. Consecuencias Para La Investigación Didáctica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 209-226.
- Gutiérrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos. Aproximaciones y alternativas, *Revista Bio-grafía*, 7(13), 37-66.
- Hofstein, A. & Kind, P. M. (2012). Learning in and from science laboratories. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 189-207). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- INEGI. (2010). Discapacidad en México. Recuperado de <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>

- Izquierdo-Aymerich, M. & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, 12, 27-43.
- Lemke, J. L. (1997) *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona, España: Paidós.
- Lemke, J. L. (2012). Analyzing verbal data: principles, methods and problems. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1471-1484). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- López-Mota, A., Rodríguez Pineda, D. P., Reyes Cárdenas, F., Flores López, M., Martínez Moctezuma, T., & López Becerra, C. (2012). Dos Líneas de Investigación para el Diseño de Estrategias Didácticas en la Educación en Ciencias: Cambio Conceptual y Modelización. Balance. En *Memorias III Congreso Internacional y VIII Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación Docente* (pp. 2147-2160).
- López-Mota, A. & Moreno-Arcuri, G. (2014). Sustentación teórica y descripción metodológica del proceso de obtención de criterios de diseño y validación para secuencias didácticas basadas en modelos: El caso del fenómeno de la fermentación, *Revista Bio-grafía*, 7(13), 109-126.
- Malacara, D. (1989). *Óptica básica*. México: Secretaría de Educación Pública y Fondo de Cultura Económica.
- Mintz, B. F. (2009). De sordos hablantes, semilingües y señantes. *Lynx: Panorámica de estudios lingüísticos*, (8), 93-126.
- Morales, L. (2017). *Aproximación a los modelos iniciales de un escolar sordo señante sobre la refracción de la luz*, Ciudad de México: Universidad Pedagógica Nacional-Ajusco (tesis de maestría).
- Moreno-Arcuri, G. & López-Mota, A. D. (2013). Construcción de modelos en clase acerca del fenómeno de la fermentación, con alumnos de educación secundaria. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 9(1), 53-78.
- Pujol Villalonga, R. M. & Márquez, C. (2011). Las concepciones y los modelos de los estudiantes sobre el mundo natural y su función en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En P. Cañal de León (Coord.), *Didáctica de la biología y la geología* (pp. 71-90). España: Secretaría General Técnica, Graó.
- Revel, A. (2010). Hablar y escribir ciencias. En E. Meinardi, L. González, A. Revel, & M. Plaza (Coord.), *Educación en ciencias* (pp. 166-183). Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Rodríguez Pineda, Izquierdo Aymerich, M. y D., López Valentín, D. (2011). ¿Por qué y para qué enseñar ciencias? En Ángel Daniel López y Mota y María Teresa Guerra Ramos (Coords.), *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación ciudadana para el siglo XXI*. México: SEP, pp. 13-42
- Sanmartí, N. Márquez, C., & García, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula Innovación Educativa*, 113, 8-14.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid, España: Editorial Síntesis Educación.
- SEP. (2011). *Programas de estudios 2011, Guía para el maestro, educación básica*. México: SEP.
- Viiri, J. & Savinainen, A. (2008). Teaching-learning sequences: A comparison of learning demand analysis and educational reconstruction. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2(2), 80-86.

CAPÍTULO 12

Educación científica y para la sustentabilidad con perspectiva de género

Mari Álvarez-Lires

Universidad de Vigo, España

Xabier Álvarez-Lires

Universidad de Vigo, España

Azucena Arias-Correa

Universidad de Vigo, España

María Lorenzo-Rial

Universidad de Vigo, España

Contenidos

Resumen

12.1 Introducción

12.2 Justificación

12.3 Sustentabilidad y género

12.4 Potencialidades de las mujeres para un desarrollo sustentable: una historia ignorada.

12.5 Educación para el desarrollo sustentable

12.6 Una experiencia en educación para la sostenibilidad

12.7 Análisis de resultados

12.8 Conclusiones

Referencias

Educación científica y para la sustentabilidad con perspectiva de género

Resumen

Los gravísimos problemas ambientales, que afectan al planeta que habitamos han llevado, incluso, a formular la existencia de una nueva era geológica, el Antropoceno, que sería el resultado de la intervención humana en el sistema de la Tierra. La educación científica debe contribuir a formar una ciudadanía comprometida con la resolución de dichos problemas y la sustentabilidad de la vida. En este capítulo se utiliza un enfoque que parte de la necesidad de contar con las potencialidades de las mujeres para conseguir su solución y se efectúa una reflexión acerca de las interacciones entre educación científica, sustentabilidad y género; además, se examina el origen del término desarrollo sustentable, así como algunas de las críticas que suscita. A partir de lo antedicho, se presenta una experiencia realizada en aulas de formación inicial del profesorado en educación primaria, cuya finalidad es que este desarrolle, en grupos cooperativos, competencias docentes y una conciencia crítica acerca de la relación entre género y desarrollo sustentable, basadas en el desarrollo de valores transformadores. Para ello, se realizan actividades de acuerdo con el ciclo de aprendizaje de Karplus, rescatando del olvido conocimientos ancestrales de millones de mujeres anónimas y la historia de aportaciones de mujeres notables a la conservación de la Tierra. Los resultados muestran la posibilidad de avanzar en el desarrollo de competencias científicas y de un pensamiento favorable a la igualdad de género y de las sociedades del mundo, fomentando, además, una conciencia crítica sobre el modelo de desarrollo actual desde la educación científica.

12.1 Introducción

Actualmente, nos encontramos ante una situación de emergencia planetaria. Dicha situación ha llevado a diversos equipos investigadores a plantear la existencia de una nueva era geológica, el Antropoceno, caracterizada por el enorme deterioro en los sistemas de la Tierra que ha causado el ser humano. Se han identificado nueve procesos que regulan dichos sistemas: cambio climático, acidificación oceánica, disminución del ozono estratosférico, interferencias en los ciclos de nitrógeno y del fósforo, uso global del agua dulce, cambios en el uso de la tierra, pérdida de biodiversidad terrestre y marina, carga de aerosoles en la atmósfera y contaminación química. Y, además, se han establecido los llamados *límites planetarios*, como zona de seguridad, en cada uno de dichos procesos, para que no se produzcan cambios catastróficos (Steffen et al, 2015). La educación científica ha de ocuparse de esta problemática de manera ineludible.

12.2 Justificación

La Comisión Mundial sobre Desarrollo y Medioambiente (1983-1987) –creada por la ONU ante la preocupación existente por el deterioro ambiental– presidida por la que había sido primera ministra noruega Gro Harlem Brundtland, elaboró el informe *Nuestro futuro común* y acuñó el

término desarrollo sustentable (DS). Desde entonces, el término se popularizó, entendido como la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las de las futuras. Esta definición es objeto de críticas que consideran que no pone en tela de juicio el modelo de desarrollo actual, generador de desigualdades, insostenible y éticamente injusto (Folch, 1998). Dicho autor destacaba, ya entonces, que la relación del consumo energético entre una persona habitante de la Amazonia y otra de Occidente era de 1/200, y que entre 1950 y 1997 el uso de la madera para construcción se había multiplicado por tres, la de papel por seis, la pesca por cinco, el consumo de cereales por tres, la de combustibles fósiles por cuatro y la contaminación del aire y del agua se había multiplicado varias veces. Lo cierto es que el informe *Nuestro futuro común* contiene otras definiciones menos ambiguas, tales como la siguiente:

Un proceso de cambio en el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del cambio tecnológico e institucional están en armonía y aumentan el potencial actual y futuro para atender las necesidades y las aspiraciones humanas; todo ello significa que el desarrollo del ser humano debe hacerse de manera compatible con los procesos ecológicos que sustentan el funcionamiento de la biosfera.

El modelo Bruntland de DS consta de tres vertientes: la económica, la social y la medioambiental, que se deben abordar políticamente de manera equilibrada. La pregunta es de qué manera se puede llevar a cabo lo que se afirma sin cambiar el modelo de desarrollo actual, basado en un crecimiento económico ilimitado, y develar la utilización diversa y a veces perversa que se hace del término. Por este motivo, el término DS es objeto de críticas en el sentido de que constituye una *contradictio in terminis* o un oxímoron, puesto que no es posible conciliar crecimiento y sustentabilidad (Girault & Sauv , 2008). Por su parte, María Novo (2006) indica que es preciso situarse en otra óptica y establecer las relaciones de la humanidad con la naturaleza desde otros enfoques, a lo que Gil et al. (2009) añaden que se debe apostar por un desarrollo humano sin crecimiento que será preciso diseñar y orientar.

Es necesario, además, superar la idea de que las decisiones sobre cuestiones referentes a la ciencia, tecnología y al DS corresponden exclusivamente a las comunidades científicas o al ámbito político. Por el contrario, la participación en la toma de decisiones precisa de un mínimo de conocimientos específicos, perfectamente accesibles a la ciudadanía, con enfoques globales y consideraciones éticas que no necesitan ninguna especialización (Gil & Vilches, 2004). Precisamente, en dichos enfoques se sustenta nuestra intervención educativa dirigida a profesorado de educación primaria en formación inicial.

Hemos de subrayar que no tenemos la solución, pues nadie sabe cómo sería una sociedad sustentable, pero el desarrollo sustentable puede ser una oportunidad para optar por la "reforma de la vida" (Morin, 2011). El citado autor afirma que la reforma que propone para las sociedades tecnificadas, industrializadas, occidentalizadas, sobre todo si están son asoladas por crisis y desastres, es indisoluble de una regeneración  tica, inseparable de una regeneración democrática del civismo, de la solidaridad y de la responsabilidad. Todo ello, siempre según Morin, debe estar insertado en un proceso complejo, humano, social, político e histórico, que comporta una reforma del hábitat, del consumo, de la educación, de la tecnociencia, de las

relaciones entre los seres humanos y de estos con la naturaleza. Por nuestra parte, hemos de añadir que todas estas reformas deben implicar la incorporación de perspectivas de género. He ahí la complejidad del desafío (Álvarez-Lires, 2015).

Otras objeciones al modelo Bruntland proceden de enfoques que establecen la necesidad de examinar críticamente las divisiones sociales tales como: campo/ciudad, rural/urbano, trabajo manual/ trabajo intelectual, Norte global/Sur global y, atravesando todas ellas, la división masculino/femenino. El DS, en el que ser humanos y naturaleza vivan en armonía, solo será posible con la superación de las dicotomías indicadas (Rhätzel, 2014). Por tanto, la complejidad está servida y todo parece indicar que este paradigma resulta más adecuado para los enfoques de género y DS que aquellos que no ponen en tela de juicio la visión del mundo.

12.3 Sustentabilidad y género

En este sentido, muchos estudios feministas, desde los años 1990, han cuestionado la visión dicotómica del mundo y apuntan la necesidad de superarla para avanzar hacia una nueva epistemología científica (Keller, 1991; Harding, 1996). También coinciden en esta cuestión las aportaciones del ecofeminismo que, en tanto que perspectiva crítica, contiene elementos interesantes respecto al concepto de naturaleza y de los dualismos (Agra, 1997). Más recientemente, Alicia Puleo (2008) expresa que las relaciones con la naturaleza no se deben limitar a una buena gestión de los recursos y hace una propuesta de las características fundamentales que debería reunir un ecofeminismo:

- 1) Ser un pensamiento crítico; 2) Reivindicar la igualdad y la autonomía de las mujeres; 3) Aceptar con prudencia los beneficios de la ciencia y la técnica; 4) Fomentar la universalización de los valores de la ética del cuidado hacia los humanos y la Naturaleza; 5) Asumir el diálogo intercultural; 6) Afirmar la unidad y continuidad de la Naturaleza desde el conocimiento evolucionista y el sentimiento de compasión.

Por otra parte, el enfoque del DS no se debe limitar a mostrar a las mujeres solo como víctimas del deterioro ambiental ni de la situación de emergencia mundial, a la que ya nos hemos referido. Tal enfoque significaría persistir en el paradigma de la debilidad –enunciado por Catalá y García (1987, 1989) y reinterpretado por Álvarez Lires et al. (2003) y Álvarez-Lires y Pérez (2008)– en el que incurre el paradigma dominante en enfoques y programas de igualdad de género, al establecer acciones para que las mujeres, como supuestos seres débiles y carentes de habilidades, se integren en los modelos androcéntricos, en este caso de desarrollo, ignorando sus aportaciones y potencialidades. De esta manera, no es posible conseguir un aumento de la autoestima del colectivo ni de las individualidades femeninas y, mucho menos, su empoderamiento, objeto de cualquier intervención encaminada a acabar con las desigualdades de género (Lagarde, 1997, 2000, 2003; Álvarez-Lires et al., 2014).

Si aceptamos que el avance de la calidad de la vida humana, respetando la capacidad del ecosistema, debe ser un objetivo del DS, se ha de pensar en los parámetros que lo rigen: equidad/igualdad; calidad del medio, necesidades materiales, necesidades sociales y afectivas,

tal como se afirmaba en la Cumbre de la Tierra (Río, 1992): “Hay que fijar nuevas perspectivas sobre cómo producimos, cómo consumimos, cómo vivimos, cómo trabajamos, cómo nos relacionamos y cómo tomamos decisiones”. Pues bien, en todos estos procesos están presentes las mujeres; así, pues, no se necesitan más justificaciones para contar con la mitad del género humano. No será posible un DS sin tener en cuenta los derechos, las aspiraciones y las potencialidades de las mujeres, y tampoco lo será sin cambiar el modelo de desarrollo dominante basado en el neoliberalismo y el crecimiento ilimitado.

Múltiples son las razones para un enfoque de género del DS, tal como reconocen documentos de cumbres mundiales, ONU, Unesco, congresos y conferencias, como se verá enseguida. En el año 2004, gana el Premio Nobel de la Paz la doctora en biología Wangari Maathai (1940-2011) por combatir la deforestación y la erosión, y contribuir a asegurar la producción de energía sostenible, propiciando el empoderamiento de las mujeres pobres del mundo rural africano, a través del movimiento Cinturón Verde. Fue este un hito importantísimo en la inclusión de la perspectiva de género en el DS, pues su participación en el III Congreso Mundial de la Naturaleza de la UICN (Bangkok, 2004) dinamizó el Caucus de mujeres, que analizó las implicaciones de la desigualdad de género para el DS y consiguió que se aprobaran diversas premisas, entre las que destacan las siguientes:

La igualdad de género es un derecho humano fundamental y de justicia social y una condición previa para el DS.

Las mujeres utilizan los recursos de manera diferente a como lo hacen los hombres.

De la misma manera, en los *Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU* y de la *Década de la ONU de la Educación para el DS (2005-2015)*, la relación entre la igualdad de género y el DS está presente. Veamos, pues, cómo diversos organismos internacionales hacen explícitas interacciones tecnociencia-género-DS y reconocen las potencialidades de las mujeres.

Huyer y Westholm (2007), en una Guía de la Unesco, destacan que las cuestiones de género en la ciencia y la ingeniería, como en otras áreas, son un problema para todas las personas y para la sociedad en general, no solo para las mujeres, puesto que ciencia, ingeniería y tecnología son los pivotes para un DS socioeconómico, reducir la pobreza y alcanzar otros *Objetivos de Desarrollo del Milenio de Naciones Unidas*. Mención especial merece al respecto el informe de la directora general de la Unesco, Irina Boroka (2010), sobre la ingeniería y su papel, que trata de identificar su relación con el DS, promover una mejor comprensión de su papel y examinar la manera de hacerla más atractiva para la juventud, especialmente para las mujeres. El citado informe establece que las ingenierías están relacionadas con cuestiones de alcance mundial como el DS o la mitigación del cambio climático. Seguir prescindiendo del talento de las mujeres en la resolución de estos problemas sería una gravísima irresponsabilidad. Además, es necesario introducir la perspectiva de género en el diseño, producción y gestión de las tecnologías precisas para la resolución de los problemas que afectan al mundo.

Siempre según el citado informe Boroka (2010), la sustentabilidad del medio ambiente requerirá, entre otras cosas, un mejor control de la contaminación, tecnologías limpias y

avances en las prácticas agrícolas. Es necesario, pues, que se preste especial atención a las ingenierías, su contribución al desarrollo y, en particular, a la participación de las mujeres en la resolución de los grandes problemas que tiene suscitados la humanidad. Por otra parte, se estima que se necesitan unos 2,5 millones de profesionales de la ingeniería y la tecnología en la región del África subsahariana para lograr uno de los *Objetivos de Desarrollo del Milenio*: mejorar el acceso al agua potable y saneamiento. En Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea se estima que la carencia de personal formado en el campo de las ingenierías asciende a varios millones para los próximos años. El citado informe indica, también, que cuando la gente joven, los gobiernos y el público en general tengan acceso a la información y a los indicadores que muestren que la ingeniería, la innovación y la tecnología son parte de la solución a los problemas globales, la atención y el interés se elevarán, más gente se sentirá atraída por la ingeniería y, en consecuencia, aumentará el número de mujeres presentes en ella.

Por nuestra parte añadiremos, a modo de ejemplo relevante, que existen Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que se ocupan de las repercusiones específicas que el cambio climático tiene y tendrá para las mujeres en diversas zonas del mundo, que la ONU publicó una *Guía de Recursos de Género para el Cambio Climático* (2009) y también se editó un *Manual de capacitación en género y cambio climático* (AMGCM, 2009).

Siguiendo con la relación entre DS y género, a veces, se acusa a los estudios de ciencia y género, desde la ceguera de género, de olvidar a “los pobres” en sus análisis. Nada más incierto, pues si bien en el mundo hay 1100 millones de personas que viven con menos de 1 dólar/día, los 2/3 de esta población están constituidos por mujeres. Otras cifras destacables, siempre procedentes de la ONU, se refieren al agua y a la energía:

Mil millones de personas carecen de agua potable y 1.700 millones la consumen sin saneamiento idóneo; 2.000 millones de personas no tienen acceso a formas avanzadas de energía: electricidad y combustibles líquidos o gaseosos, ni a las tecnologías que los utilizan, y un tercio de la población mundial utiliza biomasa como única fuente de energía. Son justamente las mujeres y las criaturas, que permanecen en espacios mal ventilados donde se cocina con leña, las que sufren enfermedades respiratorias y oculares en mucha mayor medida que los varones adolescentes y adultos. Mujeres y niñas dedican muchas horas al día (no menos de 5) a recoger y acarrear agua para toda la familia desde distancias considerables; otro tanto acontece con la leña. Esta situación elimina sus oportunidades de acceder a la educación o de realizar actividades más productivas, como demuestra el hecho de que de los 876 millones de personas adultas analfabetas, los 2/3 corresponden a mujeres.

Frente a esta situación, de la que solo hemos ofrecido algunos datos, el 20% de la población mundial posee el 90% de la riqueza, y esta quinta parte es la que más contamina, pues el 15% de la población mundial consume el 60% de las formas de energía avanzadas, y las diferencias no hacen más que aumentar: si todas las personas del mundo tuvieran el nivel de consumo de EE. UU. o Canadá, se precisarían nueve planetas como la Tierra para absorber todo el CO₂ producido; los 19 millones de habitantes de New York tienen mayor huella de carbono que los 766 millones de habitantes de los 50 países más pobres y, finalmente, 1 de cada 19 personas

será víctima de un desastre climático en los países pobres, frente a 1 de cada 1500 en los países de la OCDE.

Estos problemas, que parecían estar muy lejos de los países desarrollados, emergen en nuestro entorno. Según organismos, tan poco sospechosos de radicalismo como el Instituto Nacional de Estadística (2014), el 22,2% de la población residente en España vive por debajo del umbral de la pobreza, 1,4 puntos por encima de la cifra de 2012. Informes de diferentes ONG, Caritas entre ellas, destacan que 1 de cada 5 personas está en riesgo de exclusión en España.

No es posible hablar de DS y dejar de lado estas realidades, pues si bien desde las últimas décadas del siglo XX ha ido creciendo la aceptación de ideas favorables al DS, el modelo de desarrollo social y económico actúa en contra de la calidad de vida de las personas y muestra implacable su cara más injusta e insolidaria.

Respecto a la energía, el doctor Yoruba Sokona, especialista en energía y cambio climático, asesor de diversos gobiernos, de la ONU y del Banco Mundial, elaboró el informe *Nueva energía para un ataque a la pobreza* (2004), en el que se concluía, entre otras cuestiones:

Las políticas energéticas no pueden continuar ciegas al género.

Las necesidades de las mujeres son diferentes a las de los hombres y sus esfuerzos deberían ser recompensados.

Poner servicios energéticos al alcance de mujeres rurales y urbanas contribuirá a mejorar sus condiciones de vida y al desarrollo socioeconómico.

Es necesario reducir desigualdades de género y crear un camino viable hacia el DS en el que la mujer pueda reclamar un papel activo y participativo.

Es necesario proporcionar energía y servicios medioambientales como combustibles y agua limpia a las mujeres pobres.

Mientras, los plazos para el cumplimiento de los *Objetivos de Milenio de la ONU* ya han terminado. A falta del informe oficial, Unicef (2015) indica que, a pesar de los avances:

Muchas personas aún no se han beneficiado de estos avances. Las proyecciones indican que en 2016 más de 600 millones de personas seguirán careciendo de acceso a agua potable segura, casi 1.000 millones vivirán con menos de 1,25 dólares al día, habrá madres y niños que seguirán muriendo por causa evitables, como la neumonía, la diarrea, un parto sin atención o la desnutrición. El avance ha sido muy desigual y esto no sólo se observa entre regiones y países. También hay importantes diferencias en el interior de un país. En líneas generales, los hogares más pobres o de zonas rurales y lejanas siguen estando mucho más atrasados. Los desastres naturales, el cambio climático y la denominada crisis financiera mundial amenazan todos estos logros.

En tratados internacionales, tales como la *Agenda 21* (1992), la *Convención sobre Diversidad Biológica* (1992-1993), la *Declaración del Milenio y sus Objetivos* (2000), el *Plan de Implementación de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable* (2002), la *Plataforma para*

la Acción de la declaración de Beijing + 10 (2005) o los Objetivos de Desarrollo del Milenio y de la Década de la Educación para el Desarrollo Sustentable (2005-2015), aparecen claras referencias a las relaciones género-desarrollo sustentable y se proponen cambios en las políticas institucionales que eliminen los obstáculos para la participación plena de las mujeres en dicho desarrollo, así como en la vida pública, asegurando su participación activa en la toma de decisiones relativas al medio ambiente. Además, se favorece la integración de consideraciones y perspectivas de género en políticas y programas de desarrollo sustentable que mejoren el potencial de las mujeres rurales, así como el aprovechamiento de los recursos que tienen a su alcance.

En definitiva, se trata de promover el empoderamiento de las mujeres como una forma efectiva de combatir la pobreza, el hambre y las enfermedades, logrando un desarrollo sustentable en todos los países del mundo. Las políticas de equidad de género hacen que esta tarea sea más efectiva, contribuyendo a que los conocimientos especializados de mujeres en la gestión eficaz de recursos medioambientales, alimentarios o sanitarios, e incluso en su propia creación, a lo largo del tiempo, se valoren y utilicen.

12.4 Potencialidades de las mujeres para un desarrollo sustentable: una historia ignorada

Los citados programas de la ONU enlazan con nuestra afirmación inicial acerca de la necesidad de tener en cuenta las potencialidades de las mujeres para conseguir el DS y para llevar a cabo cualquier acción transformadora, cuando afirma que “es preciso incorporar los saberes ancestrales de las mujeres para mejorar la educación, la ciencia y la tecnología”. La incorporación de las mujeres produce avances en aquellos ámbitos en que se realiza. Así lo reconocen diversas instancias, de las cuales se ofrece una pequeña muestra. Huyer y Westholm (2007) afirman:

Es necesaria la incorporación de más mujeres y grupos subrepresentados a la ciencia y a la ingeniería para ayudar a mantener y promover el conocimiento de nuestras sociedades y economías... No es sólo una cuestión de equidad, sino que el derroche de talentos tendrá repercusiones negativas para el desarrollo humano.

Este enfoque presenta, además, una novedad recogida de los estudios de género y ciencia. Tal es la de reconocer la importancia que para la ciencia y la tecnología tienen los saberes de las mujeres, procedentes del ámbito doméstico, pues por historia y tradición se han ocupado de los cuidados, de la alimentación, de las enfermedades, del vestido, de la atención a la familia e, incluso, a las comunidades, y desarrollaron importantes conocimientos en estos campos en el transcurso de los siglos, que han sido desconsiderados y ocultados. Cuando estos conocimientos pasaron a la industria farmacéutica, alimentaria o textil, por poner algunos ejemplos notables, fueron olvidados u ocultados (Álvarez-Lires et al., 2003). En los Programas de Desarrollo de la ONU (PNUD) hay evidencias abundantes del necesario reconocimiento de los saberes femeninos:

Las mujeres no son solo víctimas de un medio ambiente degradado, sino que son una fuente poderosa de conocimientos autóctonos.

Durante siglos, las mujeres transfirieron habilidades de gestión del agua, de los bosques y de la biodiversidad, de cómo utilizar y preservar plantas medicinales y sobreponerse al cambio climático.

Este conocimiento es esencial para que una nación proteja y preserve su medio ambiente.

Es preciso usar los conocimientos de las mujeres para proteger, administrar y mantener el medio ambiente.

La propia Minie Baenena, directora del PNUD Gender Team, declaraba en 2013 que “las mujeres se adaptaron al cambio climático antes de que la comunidad científica le diera nombre”. Pero existen más ejemplos, todos ellos extraídos de los PNUD:

Las mujeres suelen ser excelentes administradoras de los recursos, pero muy pocas participan en los procesos de toma de decisiones de los asuntos ambientales en el ámbito local, regional e internacional.

Incluir las favorecerá procesos y políticas que mejoren la atención a las necesidades de toda la población, de las que son algunos ejemplos:

En Costa de Marfil: el aumento de las aportaciones salariales de las mujeres disminuyó los gastos en tabaco y alcohol y aumentó el gasto en alimentos.

En Gambia: la porción de producción de cereal bajo el control de las mujeres añadió 322 calorías por persona adulta.

La excelente gestión de los microcréditos por las mujeres.

Indican también que es preciso “fomentar la creación de redes de mujeres y financiar empresas y organizaciones de mujeres para adaptarse al cambio climático”. Para concluir este apartado sobre las potencialidades de las mujeres, diremos que los estudios de género en las ciencias sociales, experimentales y en el ámbito tecnológico, supusieron cambios en las propias disciplinas y en innovaciones tecnológicas (Schiebinger, 2007). Por citar un ejemplo, Tatiana Butovitsch (2007) analizó los avances introducidos por un grupo de nueve mujeres que participaron en el proyecto *Your Concept Car* de la Volvo Car en lo referente a diseño interno y externo, ergonomía, visibilidad, respeto por el medio ambiente y otras dimensiones de un automóvil. El modelo resultante se presentó a la prensa y se realizaron encuestas de opinión que resultaron favorables en un 98% (por parte de hombres y de mujeres); el resultado fue que desde 2004 el modelo se ha exportado a diferentes ciudades europeas y a otras como New York, Los Ángeles, Tokio, Sídney y Shanghái. La autora afirma que estos resultados avalan su tesis de que “si se cumplen las expectativas de las mujeres, se superarán las de los hombres”.

Como destaca Alicia Puleo (2008), la defensa de la igualdad y la autonomía de las mujeres no solo afecta su acceso a los recursos, sino que exige también el reconocimiento de sus aportaciones, en general menospreciadas, como fue el caso del conocimiento del ecosistema que poseen las mujeres rurales del Tercer Mundo, sistemáticamente ignorado por los expertos. A este respecto, Cristina Segura (2015) propone iniciar una historia de las actitudes

medioambientales y de las prácticas productivas de las mujeres del pasado, que utilizaría en sus investigaciones la metodología que permitió la realización de una historia de las mujeres frente a la ausencia de estas en la historia oficial (Puleo, 2008).

Pues bien, en el DS, de la misma manera que acontece en otros ámbitos, no se toman en consideración las aportaciones de las mujeres, o solo se hace parcialmente. Por tanto, en la historia del DS falta la mitad de la historia, o quizá más, pues la historia de la sustentabilidad no procede de hace unas décadas, sino que se extiende a la de la humanidad, en la que millones y millones de mujeres anónimas contribuyeron a la conservación de la Tierra. Este reconocimiento es de justicia, pues es impensable que ocurriera ningún acontecimiento histórico sin que las mujeres estuvieran presentes, tal como apuntaba la pionera e historiadora de género Gerda Lerner (1986). Además, este reconocimiento es imprescindible para el empoderamiento de las mujeres y, por lo tanto, contribuye a fomentar la igualdad, la autonomía y la autoestima (Lagarde, 2003). Afortunadamente, como se ha mostrado, muchos organismos internacionales comienzan a recogerlo en sus declaraciones e incluso en los proyectos de desarrollo, pero falta mucho aún para conseguir que se incorpore a las disciplinas académicas, a los currículos educativos y, sobre todo, al acervo cultural colectivo.

Otro aspecto que es necesario recoger es el que hace referencia a la historia de mujeres notables en el DS. Urge elaborar esa historia desconocida, que se debería insertar en las prácticas de todos los niveles educativos, y que puede formar parte de investigaciones con perspectiva de género muy prometedoras. Ya se ha hecho referencia a Wangari Maathai, pero a poco que se rastree aparecen muchas otras, de las cuales se citan algunos ejemplos:

- Poca gente sabe que el *Informe Nuestro Futuro Común*, también conocido como Informe Brundtland, fue propiciado por la ministra noruega Gro Harlem Brundtland, nacida en 1939, que presidió la comisión de la ONU encargada de elaborarlo. Investigar la trayectoria vital, profesional y política de esta influyente mujer proporciona claves relacionadas no solo con la historia del DS, sino también con la OMS y, incluso, con las razones por las que cinco mujeres ganaron el Nobel en el año 2009 (sus méritos y la creación del lobby preciso para conseguirlo). Menos sabido aún es su papel en el grupo que medió en el cese de la violencia de ETA.

- Una ilustre desconocida es Elisabeth Mann (1918-2002), precursora en la conservación los océanos, que a través del estudio, del compromiso y de la especialización en leyes oceánicas, participó activamente en la tercera Conferencia de la ONU sobre el Derecho del Mar en 1970 y fundó el Instituto Oceánico Internacional (IOI) en 1972. A partir de ese momento, su actividad fue febril. Enseñó en la Universidad de Dalhousie, continuó trabajando con el IOI e, incluso a los ochenta años, participó activamente en una amplia gama de proyectos relacionados con los océanos. Viajó por el mundo para impartir y participar en conferencias y talleres, recibir honores y premios de gobiernos y organizaciones, entre los que se cuenta la Orden de Canadá.

- Otra pionera en la conciencia ambiental fue Rachel Carson (1907-1964), una bióloga que comenzó a denunciar los efectos perniciosos del DDT para la salud en los años 1950, razón por la cual sufrió ataques y descrédito, y fue acusada de retrógrada y contraria al progreso. En el año 1962 publicó *La primavera silenciosa*; esta obra y su testimonio, apoyado por grupos ciudadanos, consiguieron la prohibición del insecticida y contribuyó a la promulgación de muchas leyes sobre control de insecticidas y fungicidas, muchas de ellas después de su muerte.

La relación existente entre las desigualdades de género y las malas prácticas, respecto a la utilización de recursos, el cambio climático o las políticas medioambientales, es un hecho constatado. Un ejemplo claro de la relación género-desarrollo sustentable lo constituye el problema del cambio climático. Sobre este tema, Lorena Aguilar (2008, 2009) afirma que este agrava las desigualdades de forma generalizada, haciendo que el avance hacia una equidad de género sea más lento, y dificultando que las iniciativas propuestas en los diversos congresos, cumbres y tratados internacionales alcancen metas importantes como la reducción de la pobreza y el desarrollo sustentable.

Se trata de una realidad compleja, para cuya comprensión es necesario analizar las interacciones entre género y desarrollo sustentable, el modelo predominante de desarrollo, la propia concepción de desarrollo sustentable y, en este caso, el papel que puede jugar la educación científica en la comprensión y mejora de las situaciones de desigualdad.

12.5 Educación para el desarrollo sustentable

¿Qué se puede hacer desde la educación? ¿Cómo abordar la educación para la sustentabilidad? Lo primero que cabe decir es que bajo el término DS subyacen cuestiones de índole sociocultural, económica, tecnocientífica, educativa, axiológica, política y ambiental, como ya hemos indicado anteriormente. A este respecto, Martínez-Huerta (2009) sugiere que una educación para la sustentabilidad ayuda a comprender la relación entre los elementos del DS desde la complejidad, tanto en el diagnóstico como en las posibles soluciones. En esta misma línea, Morin (2011), representante del paradigma de la complejidad, afirma que el presente solo es perceptible en la superficie y también que:

Está minado en profundidad por fuerzas subterráneas, por corrientes invisibles bajo un suelo aparentemente firme y sólido. Además, el conocimiento se ve desbordado por la rapidez de los cambios contemporáneos y por la complejidad propia de la globalización. Se dan innumerables inter-retro-acciones entre procesos extremadamente diversos (económicos, sociales, demográficos, políticos, ideológicos, religiosos, etc.). Finalmente, quienes habitamos el mundo occidental u occidentalizado, sufrimos, sin ser conscientes de ello, dos tipos de carencias cognitivas: a) la ceguera propia de un modo de conocimiento que, al compartimentar los saberes, desintegra los problemas fundamentales y globales que exigen un conocimiento interdisciplinario; b) el occidental centrismo, que nos coloca en el trono de la racionalidad y nos da la ilusión de poseer lo

universal. Lo que nos ciega no es sólo nuestra ignorancia, también lo es nuestro conocimiento.

Es evidente que la búsqueda de la sustentabilidad no depende solo de la educación y resulta obvio que por sí sola no podrá modificar el modelo de desarrollo dominante, mas es un instrumento de transformación social muy poderoso, pues no en vano el sistema educativo es la institución, después de la familia, en la que niñas, niños y adolescentes pasan más tiempo. Pero para que ejerza ese papel transformador, el proceso educativo ha de promover la innovación en todos los campos y la equidad; la igualdad de género ha de ser un elemento siempre presente.

La educación para el desarrollo sustentable (EDS), más allá de polémicas entre esta denominación y la de educación ambiental, ha de facilitar una educación de calidad y fomentar el desarrollo del ser humano a través de diversos aprendizajes: aprender a conocer, aprender a ser, aprender a convivir, aprender a hacer y aprender a transformarse y a transformar la sociedad. Según Martínez-Huerta (2009):

La EDS debe ser entendida como la base para una educación y el aprendizaje de calidad, desde la cual se aborden cuestiones y resolución de problemas como la reducción de la pobreza, los modos de vida sustentables, el cambio climático, la equidad de género, la responsabilidad social corporativa y la protección de las culturas indígenas, entre otras. A su vez, la EDS busca desarrollar el conocimiento, las habilidades, las perspectivas y los valores que contribuyan al empoderamiento de personas de todas las edades para asumir sus responsabilidades para crear y disfrutar de un futuro sustentable. La educación, en su sentido más amplio, Está consecuentemente ligada al desarrollo equilibrado, el cual toma en consideración las dimensiones sociales, culturales, medio ambientáis y económicas de una calidad de vida mejor para las generaciones presentes y futuras.

Sobre la educación, frente a la gravedad y urgencia de los problemas a los que se enfrenta la humanidad, la ONU instituyó la *Década de la Educación para el DS (2005-2014)*, designando a Unesco como órgano responsable de ella y encareciendo al personal educador a asumir un compromiso para que toda la educación, tanto formal (desde la escuela primaria a la universidad) como informal (museos, medios de comunicación...), preste atención sistemática a la situación del mundo, con el fin de fomentar actitudes y comportamientos favorables al logro de un DS (Gil Pérez et al., 2006). Algunos de los principios que destacan, tanto generales como referentes a la igualdad de género y a las relaciones entre ciencia, técnica, educación, sustentabilidad y género:

- Es preciso estimular cambios de actitudes y comportamientos en la sociedad mundial.
- Se han de educar personas con valores éticos, autónomas y realizadas.
- Nuestras capacidades intelectuales, morales y culturales imponen responsabilidades para con todos los seres vivos y la naturaleza.
- Deben construirse comunidades alrededor de compromisos colectivos, tolerancia e igualdad.

- Las prácticas ambientales deben valorar y sustentar la biodiversidad y los procesos ecológicos de apoyo a la vida en el Planeta Tierra.
- La educación desempeña un papel central y debe dar acceso al ámbito tecnocientífico.
- El papel de la ciencia y de la tecnología merece ser destacado, ya que deben suministrar a las personas herramientas para comprender el mundo y su papel en él: los valores, principios y estilos de vida.
- La igualdad de género es un objetivo social al cual debe contribuir la educación junto a las restantes instituciones sociales.
- Mujeres y niñas sufren discriminación y violencia tanto en los países en desarrollo como en los industrializados.
- Las dobles y triples jornadas de las mujeres deben ser erradicadas.
- Ser mujer se conjuga con otros factores de discriminación como la pobreza o la etnia.
- Las cuestiones de género deben introducirse en la educación desde el planeamiento a las infraestructuras, a los materiales didácticos, pasando por los procesos pedagógicos.
- Es indispensable la igualdad y la plena incorporación de las mujeres para conseguir cambios en el comportamiento, que conduzcan a un DS.
- Es preciso incorporar los saberes ancestrales de las mujeres para mejorar la educación, la ciencia y la tecnología.

Como todo proceso educativo, la educación para la sustentabilidad es un proceso intencional, sostenido en el tiempo, que implica la adquisición de conocimientos conceptuales y valores, así como el desarrollo de actitudes, aptitudes y modos de actuar en interacción social. Tal proceso no puede ser desarrollado en exclusiva ni de manera aislada por los sistemas educativos e implica procesos de educación formal y no formal (Varela Losada et al., 2014). La educación para la sustentabilidad (ES) se ha de orientar hacia el desarrollo de una competencia para la acción (Kyburz-Graber, 2013), basada en capacitar al colectivo estudiantil en la adquisición de un pensamiento crítico, que abarque mucho más que conocimientos y actitudes y que contribuya a la formación de una ciudadanía comprometida con el medio, que desempeñe un papel activo en la búsqueda conjunta de soluciones a problemas relacionados con el desarrollo sustentable (Mogensen & Schnack, 2010).

12.6 Una experiencia en educación para la sostenibilidad

Si nos referimos a la formación inicial de profesorado en materias científicas, como en este caso, el éxito de las mediaciones docentes residirá en enseñar a pensar, a hablar, a hacer, a autorregularse y a trabajar en colaboración (Pujol, 2007), porque las ciencias han de servir, entre otras cosas, para analizar e interpretar fenómenos e información, han de ser comunicables y constituyen una actividad (Izquierdo, 2007) que se realiza en equipo y debe ser evaluable. Esto solo será posible con la participación de un profesorado reflexivo, conocedor de cómo aprende (Álvarez Lires et al., 2013), comprometido con la educación, que comparta objetivos de “acción”, use métodos innovadores en las clases de ciencias, comprenda la

naturaleza interdisciplinaria, e incluso globalizada, de las situaciones ambientales y se sitúe en un paradigma crítico.

Lo dicho hasta el momento es coherente con un modelo educativo basado en el desarrollo de competencias como objetivos de aprendizaje, lo cual implica también un profundo cambio en los modelos docentes, que deben promover un aprendizaje autónomo y colaborativo. El aprendizaje basado en problemas, el trabajo por proyectos (Arias et al., 2009) o el aprendizaje cooperativo responden a estas necesidades, ya que favorecen aprendizajes significativos que permiten afrontar situaciones de la vida real en la formación del profesorado, adaptarse a los contextos de aprendizaje actuales y favorecer el desarrollo de las competencias docentes adecuadas (Álvarez Lires et al., 2013).

Estas competencias se entienden como la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas, combinando habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz (OCDE, 2003). Dicha movilización implica desarrollar actividades vinculadas a la realidad, es decir, un “aprendizaje situado”, interacción social y la puesta en cuestión de modelos exclusivamente basados en la transmisión de conocimientos (Marco-Stiffel, 2008). No es suficiente poseer conocimientos, hay que aprender a movilizarlos, integrarlos y usarlos en diferentes circunstancias de la vida real (Perrenoud, 2004). Así, las competencias se convierten en logros de aprendizaje, en lugar de una simple adquisición de conocimientos, afectando a los objetivos, al papel del profesorado, a las actividades de enseñanza y a la propia evaluación (EHEA, 2005; Bolívar, 2009).

En nuestro caso, se trata de desarrollar competencia(s) tecnocientífica(s), Es decir, la habilidad y disposición para utilizar adecuadamente conocimientos y metodologías usadas en el campo de la ciencia para explicar el mundo, así como su aplicación para modificar el entorno en respuesta a deseos o necesidades humanas. Ello implica conocimiento de los principios básicos del mundo natural, de la tecnología, de los productos y procesos tecnológicos, así como la comprensión de la relación entre la ciencia, la tecnología y otros campos tales como el progreso científico, la sociedad: valores, implicaciones de género y éticas, la cultura y el desarrollo sustentable (Álvarez Lires et al., 2010).

Se ha de tener en cuenta que el profesorado en formación inicial posee concepciones, imágenes y creencias acerca de la ciencia y de cómo esta se aprende y se enseña, que se basan en sus experiencias desde la primera escolarización, acumulando observaciones y modelos sobre el funcionamiento de las aulas, el profesorado y las materias (Fernández, Amórtegui, & Medina, 2002), e incluye características del currículo, conocimientos, la manera de evaluar y las emociones que le generaron dichas experiencias (Bonil & Márquez, 2009). A todo esto hay que sumar que su bagaje científico es habitualmente escaso (Pujol, 2008), lo que influye en su actitud hacia la ciencia y su aprendizaje. Ello repercutirá en su manera de enseñar (Rabanal et al., 2009), de aprender a enseñar ciencias o de mediar en su aprendizaje. Es necesario, pues, poner en cuestión las concepciones iniciales para que se puedan autor regular y reconstruir

(Angulo, 2003; Bonil & Márquez, 2009), haciéndolas evolucionar hacia otras que sustenten su conocimiento profesional mediante estrategias de reestructuración y de construcción.

Conscientes de todo ello, hemos desarrollado una línea de investigación-innovación educativa encaminada a la adquisición de competencias docentes en profesorado en formación inicial que, en su futura práctica docente, deberá fomentar, a su vez, la adquisición de competencias básicas en las aulas de educación infantil y primaria (Álvarez Lires et al., 2013). En ella se inserta la intervención didáctica que se presenta.

a) Metodología

Se trata de una experiencia de investigación-innovación educativa (Schulmann, 2004; Morales, 2010) que parte de una investigación sobre concepciones previas del alumnado (Arias Correa et al., 2015) y las implicaciones de dichas concepciones y representaciones en el diseño de líneas de actuación destinadas a la enseñanza y adquisición de competencias científicas docentes, encaminadas a desarrollar competencias básicas en aulas de educación primaria. A fin de que el alumnado comprenda, a través de actividades cooperativas y complejas, la vinculación entre género y desarrollo sustentable, así como el papel de los gobiernos y la sociedad civil en la promoción y aplicación de políticas medioambientales favorables para todas las mujeres del mundo y la propia sociedad, se ha realizado una intervención didáctica, utilizando técnicas de trabajo cooperativo, encaminada al desarrollo de competencias científicas.

b) Desarrollo de la experiencia

Se ha seguido una secuencia didáctica, según el Ciclo de Aprendizaje de Karplus (1977).

Actividades de exploración

Mediante cuestionarios KPSI (Tamir y Lunetta, 1978), debates y estudio de casos se constató que percibían la ciencia como un conjunto de leyes, teorías y descubrimientos que conducen a la verdad mediante “el método científico”; que existía cierto conocimiento declarativo, pero al solicitar descripciones de medioambiente, medio natural, diferencias entre sexo y género, relaciones género/desarrollo sustentable, modelos científicos, cambio climático, sustentabilidad, género o elaboración de comentarios críticos sobre el modelo energético, incluyendo justificaciones y argumentaciones, el resultado mostró gran desconocimiento de cuestiones de actualidad (Garritz, 2010) y confusión que intentaron paliar mediante la búsqueda en Google o Wikipedia sin verificar la validez de la información y sin que les resultase significativo el hecho de que se trataba de explorar sus ideas iniciales. Las justificaciones y argumentaciones estaban ausentes de sus producciones escritas y orales y confunden opinión con argumentación, tal como habíamos encontrado en investigaciones previas (Álvarez Lires et al., 2013).

A la vista de las ideas previas detectadas, se optó por llevar a cabo una actividad de sensibilización y para ello se recurrió a un referente mundial en la vinculación entre género y medioambiente, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, creadora del índice de género y medioambiente, EGI(2013). Su objetivo es analizar el impacto de las medidas

adoptadas por los países en sus compromisos internacionales para promover un enfoque de equidad de género y el empoderamiento de las mujeres en el ámbito del medioambiente.

La razón de establecer un EGI radica en que, durante las dos últimas décadas, se han establecido nuevos mandatos internacionales con el propósito de que se tenga muy en cuenta que la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres son dos herramientas fundamentales para la toma de decisiones ambientales y el desarrollo sustentable. Pero, la falta de un mecanismo de control y cuantificación del progreso de cada país ha contribuido a la escasa o nula aplicación de estos mandatos. Los datos resultantes de la aplicación del EGI ayudarán a los gobiernos de cada país, y a la sociedad, en general, a evaluar su progreso e identificar cuáles son las carencias en el logro de la igualdad de género contextualizada en el medioambiente. El EGI analiza parámetros sociopolíticos como son los derechos básicos y la participación de las mujeres en políticas medioambientales, el sustento, la educación, la estabilidad política del país y la conservación de la biodiversidad, entre otros muchos. Hasta el momento, se han analizado 72 países.

Actividades introductorias

a) De acuerdo con las concepciones previas detectadas, se seleccionaron competencias que se comunicaron en forma de objetivos de aprendizaje (figura 1).

Científica	Hacer evolucionar los modelos de partida mostrando aspectos de la construcción y producción científico-tecnológica, la interdisciplinariedad, las relaciones C/T/G/S, realizar análisis y síntesis, proponer hipótesis, fomentar el espíritu crítico, aprender haciendo.
Lingüística	Aprender a hablar, escribir y (leer) ciencia es necesario para realizar aprendizajes significativos (Sardá y Sanmartí, 2000). Además, la argumentación contribuye a aprender a aprender, a desarrollar pensamiento crítico e ideas sobre la naturaleza de la ciencia y su proceso de construcción (Sardá y Sanmartí, 2000; Sanmartí et al., 2009; Jiménez, 2010).
Diagnóstico y evaluación	Identificar la relación existente entre la adquisición de competencias y la evaluación, realización de auto y coevaluaciones juntamente con el profesorado
Trabajo colaborativo presencial y semipresencial	Experimentar el <i>blended-learning</i>
En tecnologías de la información y la comunicación (TIC)	Trabajar colaborativo en red a través de la plataforma eduponte.cesga.es .

Figura 1. Objetivos de aprendizaje.

b) A falta de materiales didácticos apropiados (Álvarez-Lires, 1999; Pérez-Rodríguez & Álvarez-Lires, 2006), se seleccionó el video EGI: *Índice de Medioambiente y Género* (Aguilar, 2013), que

el equipo investigador había examinado previamente para su explotación didáctica, consciente de su utilidad pero también de que un video no soluciona los problemas de aprendizaje (Sangrá, 2002; Mayer, 2005; Porta et al., 2007). Se colocó en un repositorio en el aula virtual y se visionó.

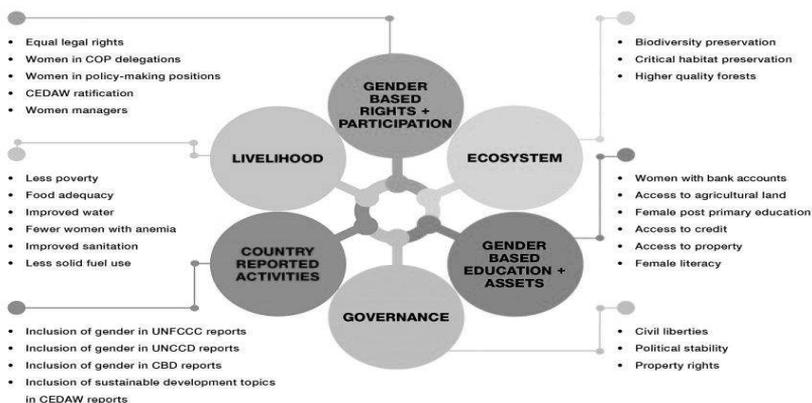


Figura 2. Parámetros del EGI.

c) Al finalizar, se distribuyó el alumnado en grupos de cuatro personas que, en primer lugar, debían visitar la web de la IUCN en el apartado dedicado al EGI, y traducir e interpretar el texto introductorio, así como los parámetros que definen el índice (figura 2). De los 72 países analizados con el EGI, se asignó uno a cada grupo. El número de países escogidos depende del número de grupos de cada aula, pero entre ellos deberán figurar países representativos, tanto por su posición en el ranking y su situación geográfica (uno de cada continente), como por su cultura, forma de gobierno y políticas de género y medioambiente. Los países seleccionados fueron: Islandia, España, Argentina, China, Mozambique y República Democrática del Congo (figura 3).

Cada grupo debe asumir el rol de equipo de gobierno del país asignado, en el ámbito de medioambiente e igualdad y, basándose en los parámetros del EGI, enunciar los motivos, tanto positivos como negativos, por los que consideren que el país correspondiente ocupa dicha posición en el ranking, y formular tres propuestas para mejorarla.

Para asegurar la participación de los cuatro miembros de cada grupo, se trabajó bajo la estructura 1-2-4 (Pujolás, 2008). Para finalizar esta secuencia, se realizó una puesta en común de las propuestas de cada grupo. Partiendo de estas propuestas, se procedió a la reflexión, discusión y enunciación de conclusiones, mediante la técnica de las dos columnas (Fabra, 1992), y una coevaluación mediante la técnica de la diana (Pujolás, 2008).

STRONGEST PERFORMERS			MODERATE PERFORMERS			WEAKEST PERFORMERS		
1	Iceland	0.84	19	Costa Rica	0.69	45	Jordan	0.49
2	Netherlands	0.83	20	Argentina	0.68	46	India	0.49
3	Norway	0.81	21	Mexico	0.67	47	Burkina Faso	0.48
4	Sweden	0.81	22	Romania	0.66	48	Tajikistan	0.48
5	France	0.80	23	Jamaica	0.66	49	Morocco	0.47
6	Finland	0.80	24	Brazil	0.66	50	Kenya	0.47
7	Canada	0.79	25	Mongolia	0.66	51	Laos	0.47
8	Spain	0.79	26	Philippines	0.60	52	Egypt	0.47
9	Denmark	0.78	27	Georgia	0.60	53	Nepal	0.47
10	Australia	0.78	28	Viet Nam	0.59	54	Liberia	0.47
11	Switzerland	0.77	29	Thailand	0.59	55	Mozambique	0.45
12	Poland	0.77	30	Turkey	0.58	56	Saudi Arabia	0.45
13	Portugal	0.75	31	Moldova	0.58	57	Benin	0.44
14	USA	0.73	32	Dominican Republic	0.57	58	Madagascar	0.44
15	Greece	0.73	33	Indonesia	0.56	59	Algeria	0.44
16	Italy	0.72	34	China	0.55	60	Bangladesh	0.43
17	Panama	0.70	35	Kyrgyzstan	0.54	61	Gambia	0.42
18	South Africa	0.70	36	Malawi	0.54	62	Uganda	0.41
			37	Armenia	0.54	63	Cameroon	0.40
			38	Sri Lanka	0.53	64	Mali	0.40
			39	Uzbekistan	0.51	65	Congo	0.39
			40	Fiji	0.51	66	Ethiopia	0.38
			41	Ghana	0.51	67	Pakistan	0.38
			42	Lebanon	0.50	68	Burundi	0.37
			43	Gabon	0.50	69	Syria	0.37
			44	Tanzania	0.50	70	Mauritania	0.37
						71	Yemen	0.31
						72	Dem Rep Congo	0.27

Key:	
■	- OECD Countries
■	- Latin America and Caribbean
■	- Africa
■	- Eurasia
■	- Asia
■	- Middle East and North Africa (MENA)

Figura 3. Ranking de países según el valor del EGI.

Actividades de reestructuración

En esta fase, se procede a encomendar un trabajo de investigación individual. El trabajo consistió en investigar la vida y obra de mujeres científicas comprometidas con el desarrollo sustentable, desde su campo científico de estudio, desde la política o desde el activismo militante. Elaboraron biografías de acuerdo con la siguiente guía orientativa (Álvarez-Lires et al. 2003).

<p>Información personal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fechas y lugares de nacimiento y defunción (si procede). - Nombre y origen de la madre y del padre. - Profesión de madre y padre - Clase social, religión, etnia,... 	<p>Educación:</p> <p>Títulos de bachillerato, licenciatura, <i>master</i>, doctorado. Indica la fecha de obtención de títulos, la escuela, instituto o universidad y la materia o área de conocimiento de la titulación. Si la persona investigada no ha recibido instrucción o educación formal, debe explicarse qué tipo de educación recibió y cómo llegó a ser conocida en su campo de estudio.</p> <p>Apoyos recibidos de su familia y entorno</p> <p>Obstáculos que tuvo que superar</p>
<p>Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formación como investigadora. - Problemas científicos que investigó. - Desarrollo de sus investigaciones y contribuciones científicas. - Apoyos recibidos - Obstáculos que tuvo que superar 	<p>Experiencia laboral:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profesión o profesiones desempeñadas. - Fechas, lugar y descripción de los empleos. En algunos casos, si procede, también se reseñarán los trabajos no remunerados. - Apoyos recibidos - Obstáculos que tuvo que superar
<p>Habilidades profesionales:</p> <p>Plantear ejemplos de habilidades o destrezas (4 o 5 como mínimo) que posea la persona investigada que le hayan servido, o no, para alcanzar éxito en su campo de trabajo.</p>	<p>Actividades, intereses y aficiones sociales y culturales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué le gusta/gustaba hacer a la persona investigada fuera de sus horas de trabajo? Indicar su conexión, en caso de que exista, con el mundo científico. - Compromisos sociales y políticos.
<p>Premios, nombramientos y distinciones (incluyendo fechas, nombre del premio, descripción de la actividad por la que fue premiada y opinión del grupo sobre por qué considera que fue merecido el galardón). Se han de incluir, también, premios, nombramientos y distinciones que no recibió a pesar de haber sido merecedora de estos honores.</p>	<p>Breve descripción del contexto socio-político y de la situación de las mujeres en su época.</p> <p>Después de elaborar la biografía</p>
<p>Cuestiones para la reflexión:</p> <p>Analizad y discutid las siguientes cuestiones y añadid los resultados consensuados por el grupo al final de la biografía:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué obstáculos tuvo que superar la persona investigada tanto en su formación, como para tener éxito o reconocimiento en el mundo científico o público? <ul style="list-style-type: none"> > ¿Qué apoyos recibió? > ¿Qué obstáculos tuvo que superar? • ¿Qué tipo de tratamiento recibe en los libros y manuales de ciencias, en otras publicaciones o en medios de comunicación? Comparadlo con el de los personajes masculinos de su época • ¿Qué tipo de prejuicios contra las mujeres, científicas y no científicas, habéis encontrado al realizar la investigación? Quizá sea necesario contrastar vuestras opiniones con las de otros grupos para obtener un amplio abanico de ideas. 	

Figura 4. Guía orientativa para la elaboración de biografías científicas.

Actividades de aplicación

Como colofón de esta investigación, el alumnado efectuó una reflexión argumentada en la que expresó sus conclusiones, relacionando todo lo aprendido en la actividad con el currículo de educación primaria, haciendo mención explícita a la importancia que tienen el EGI y el binomio género-desarrollo sustentable. Se colocaron recursos multimedia en el aula virtual, se analizaron y grabaron debates de pequeño grupo y se subieron sus producciones escritas y audiovisuales, descriptivas e interpretativas, al aula virtual. En grupos cooperativos, con la estrategia del puzle, se relacionó lo aprendido en la experiencia con el currículo de educación primaria y se extrajeron conclusiones para la fase siguiente. Una rúbrica ayudó en la valoración global de lo realizado y permitió una coevaluación final con el alumnado.

12.7 Análisis de resultados

El alumnado realizó exposiciones en el aula y debates que mostraron sus representaciones, la persistencia de ideas previas, dificultades en trabajo colaborativo, en competencia lingüística, autoevaluación y conocimientos científicos, pero tuvieron la virtud de plantear preguntas, dudas y empezar a poner en cuestión sus concepciones previas. El profesorado analizó, además, las producciones escritas del aula virtual y se efectuó una evaluación conjunta.

En el análisis de sus producciones escritas se detecta una mayor conciencia de lo que están aprendiendo, de lo que les falta por aprender y de las dificultades que tienen para ello, sobre todo para su aplicación y para aprender haciendo (aprender a aprender), pero estas reflexiones no son mayoritarias: rozan el 40% y se manifiestan de diferentes formas.

Resultó de especial interés la localización de mujeres protagonistas de logros y defensa del medioambiente, que no conocían, tales como Elisabeth Mann-Borgese (1918-2002), Rachel Carson (1907-1964), Gro Harlem Brundtland (1939), Jane Goodall (1934), Wangari Maathai (1940-2011), Vandana Shiva (1952) o Naomi Klein (1970). También destaca la toma de conciencia acerca de la existencia de millones de mujeres anónimas que contribuyeron y contribuyen a diario a la consecución de un mundo mejor, a través de tareas de cuidado y de gestión familiar y de sus comunidades, y han desarrollado múltiples conocimientos sanitarios, agrícolas y tecnológicos susceptibles de incorporarse a la educación científica (Álvarez-Lires et al., 2003; Álvarez-Lires, 2015).

12.8 Conclusiones

Cuando el alumnado tiene que afrontar tareas autónomas, mediadas por el profesorado, su primera reacción es de sorpresa, desconcierto e incluso rechazo. El proceso de convencimiento de que la construcción de los propios aprendizajes es mucho más útil que el aprendizaje por repetición del modelo transmisivo, requiere que se establezca una cierta empatía y que el profesorado esté dispuesto a resolver dudas, a reconducir procesos y a debatir con el alumnado cuestiones –pertinentes– que surjan en clase o en el aula virtual y, sobre todo, a convencerle en la práctica de que solo se aprende con la acción.

Las ideas previas del alumnado se fueron modificando, extremo que se plasmó en las actividades realizadas en las que se acercó a comprender el significado de cuestiones de trascendencia mundial como son el desarrollo sustentable, la repercusión específica que tiene para las mujeres y las relaciones ciencia, tecnología, género, sociedad (CGTS), así como el papel activo que las mujeres han jugado y pueden jugar para conseguirlo.

Se han puesto en cuestión sus concepciones metodológicas sobre la enseñanza de las ciencias y sobre el significado de la evaluación, aunque aquellas se alejan todavía de la autorregulación. Sus ideas reflejan, también, que el alumnado no estima que las ciencias puedan ser una herramienta para la formación de una ciudadanía que participe y actúe para construir un mundo más sostenible y más justo (Arias et al., 2014b).

La investigación en curso muestra las dificultades existentes para realizar un cambio de modelo docente desde la didáctica de las ciencias experimentales en exclusiva, lo que conduce a la necesaria coordinación de los equipos docentes (Bolívar, 2009). En la misma línea, se desvela una realidad compleja y sistémica, en la que las competencias científicas interaccionan con otras muchas y es necesario conocer el punto de partida del alumnado e incidir en aspectos metodológicos para desarrollarlas. A partir de ello, pretendemos que aquel construya conocimiento desde su realidad y se lo hacemos saber.

Se ha abordado un proceso de recapitulación de lo aprendido, evaluación de puntos fuertes y débiles, y actividades de aplicación (proyectos) para conseguir que el alumnado sea capaz de diseñar y evaluar tareas complejas autónomamente para desarrollar competencias docentes, científicas en particular, que podrá experimentar cuando realice las prácticas en centros educativos. Los resultados ponen de manifiesto la posibilidad de caminar hacia el desarrollo y la consecución de las competencias docentes que los estudios de grado y el actual marco legislativo demandan.

Por lo que respecta al desarrollo sustentable, es preciso cambiar las formas de producción derrochadora y el consumo desmedido, y establecer relaciones N/S más justas para aspirar a una armonía estable entre los seres humanos y entre estos y la naturaleza, mediante la transformación del sistema socioeconómico y la desaparición de la visión dicotómica del mundo y las prácticas que de ella derivan.

La educación y la tecnociencia deberán desempeñar un papel fundamental en la consecución de un desarrollo sustentable y para superar desigualdades, entre las que la de género es la más universal. Las mujeres deben integrarse y progresar en la tecnociencia desde la educación. Además, es necesario introducir la perspectiva de género en el diseño, producción y gestión de las tecnologías precisas para la resolución de los problemas que afectan al mundo. No será posible un DS sin tener en cuenta los derechos, las aspiraciones y las potencialidades de las mujeres. Seguir prescindiendo de su talento en la resolución de dichos problemas sería una gravísima irresponsabilidad. Tampoco lo será sin cambiar el modelo de desarrollo dominante basado en el neoliberalismo y el crecimiento ilimitado.

Es preciso abordar un debate en muchos ámbitos alrededor de preguntas tales como: ¿qué planeta deseamos?, ¿qué mundo podemos tener? Por todo ello, consideramos que actividades didácticas como esta contribuyen activamente a desarrollar un pensamiento a favor de la igualdad de género y de las sociedades del mundo, fomentando, además, una conciencia crítica sobre un modelo de desarrollo que hoy día es insustentable e injusto (Folch, 2011).

Referencias

- Agra, M. X. (1997). *Ecología y Feminismo*. Granada, España: Ecorama, 20.
- Aguilar, L. (2009). Climate Connection. Women and Climate Change: Vulnerabilities and Adaptive Capacities. *State of the World. Confronting Climate Change*. Washington, DC: Worldwatch Institute.
- Aguilar, L. (2009). *Manual de capacitación en género y cambio climático*. San José: Masterlitho S. A.
- Aguilar, L. *Índice de medioambiente y género*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pyJOWd36GdA>.
- Aguilar, L., Araujo, A., Kring, E., Quesada, A. & Zúñiga, P. (2008). *Guía: Recursos de género para el cambio climático*. México D.F., México: PNUD.
- Álvarez Lires, M. M. (1999). L'Histoire des Sciences et des Techniques dans la Formation du Professorat. En C. Debru (Ed.), *History of Science and Technology in Education and Training in Europe* (pp. 261-263). Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities.
- Álvarez Lires, M. (2015). *Educación, tecnociencia, xénero e desenvolvemento sostible*. Universidade de Vigo. Unidade de Igualdade.
- Álvarez Lires, M., Arias Correa, A., Pérez Rodríguez, U., & Serrallé Marzoa, F. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las Ciencia*, 1(12), 213-233.
- Álvarez Lires, M., Serrallé, F., Pérez, U., & Álvarez Lires, F. (2010). Educación científica, género y desarrollo sostenible. *Revista de Investigación en Educación*, 8, 62-72.
- Álvarez-Lires, F. J., Arias-Correa, A., Serrallé, J. F., & Varela-Losada, M. (2014). Elección de estudios de ingeniería: Influencia de la educación científica y de los estereotipos de género en la autoestima de las alumnas. *Revista de Investigación en Educación*, 12(1), 54-72. Recuperado de <http://reined.webs.uvigo.es/ojs/index.php/reined/article/view/797>
- Álvarez-Lires, M., Nuño, T., & Solsona, N. (2003). *Las científicas y su historia en el aula*. Madrid, España: Síntesis.
- Álvarez-Lires, M. (2009). ¿La tecnociencia al servicio de la innovación y la igualdad? En EMAKUNDE/Instituto vasco de la Mujer (Ed), *Congreso Internacional Sare 2008*, Vitoria Gasteiz, 21-74.
- Álvarez-Lires, M. & Pérez, U. (2008). ¿Evolución o revolución? Ciencia moderna-tecnociencia y cambios producidos en la situación de las mujeres. *Actas VI Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Género*, Seminario Interdisciplinar de Estudios de la mujer, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Angulo Delgado, F. (2003). *Un modelo didáctico para la formación inicial del profesorado de ciencias*. (Tesis de doctorado). UAB, Bellaterra (España).
- Arias Correa, Azucena et al. (2009). *O traballo por proxectos en infantil, primaria e secundaria*. Santiago de Compostela, España: Xunta de Galicia.
- Arias, A., Álvarez, J., Álvarez, M., Pérez, U., Varela, M., & Serrallé, F. (2015). *Desarrollo de competencias docentes en el profesorado de ciencias en formación inicial*. Comunicación presentada en el II Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias SIEC 2014, Vigo.
- Bolívar, A. (2009). *Diseñar e avaliar por competencias na universidade. O EEES como reto*. Vicerreitoría de Formación e Innovación Educativa, Universidade de Vigo. Vigo (España).
- Bonil, J. & Márquez, C. (2009). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, 354, 447-472.
- Boroka, I. (2010). *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development*. Paris, France: Unesco.
- Butovitsch, T. (2008). If you meet the Spectations of Women, You Exceed thr Expectations of Men: How Volvo Designed a Car for women Customers and Made world geadlines, en Schiebinger, Londa: *Gendered innovations in Science and Engeenering*. Stanford, CA: Stanford University Press.

- Carson, R. (1980). *Primavera Silenciosa*. Barcelona, España: Grijalbo.
- Catalá, A. & García, E. (1987). *Una mirada otra*. Valencia, España: Generalitat: Valenciana.
- Catalá, A. & García, E. (1989). *¿Qué quieres hacer de mayor? o la transición desde la coeducación*. Valencia, España: Generalitat Valenciana.
- European Higher Education Area (EHEA). (2005). *Comunicado de Bergen*. Bergen, Noruega: Achieving the goals.
- Fabra, M. L. (1992). *Técnicas de grupo para la cooperación*. Barcelona, España: CEAC.
- FAO. (2008). *Gender and Food Security: Agriculture*. Recuperado de <http://www.fao.org/Gender/en/agrie.htm>. Consultado el 13.04.2015.
- Fernández, J., Elórtogui, N., & Medina, M. (2002). Formación de profesorado de Ciencias de la Naturaleza, de Educación Secundaria, a partir de sus ideas previas. *Investigación en la Escuela*, 47, 65-74.
- Folch, R. (1998). *Ambiente, emoción y ética: actitudes ante la cultura de la sostenibilidad*. Barcelona, España: Ariel.
- Folch, R. (2011). La Quimera del crecimiento: La sostenibilidad en la era postindustrial. *Colección Temas de Actualidad*. Barcelona, España: ERB.
- Fox Keller, E. (1991). *Reflexiones sobre género y ciencia*. Valencia, España: Alfons el Magnànim.
- Garriz Ruiz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación Química*, 1(21), 2-5.
- Gil Pérez, D. & Vilches, A. (2006). Década de la Educación para un futuro sostenible (2005-2014). Un necesario punto de inflexión en la atención a la situación del planeta. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 125-178.
- Gil, D., Macías, O., & Vilches, A. (2009). *Década de la educación para la sostenibilidad*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. Recuperado de www.oei.es/caeu
- Girault, Y. & Sauvé, L. (2008). L'éducation scientifique, l'éducation à l'environnement et l'éducation pour le développement durable. *Aster*, 46, 7-30.
- Harding, S. (1996). *Ciencia y feminismo*. Madrid, España: Morata.
- Huyer, S. & Westholm, G. (2007). *Gender indicators in science, engineering and technology: an information toolkit*. Paris, France: Unesco.
- IUCN. *Environment and Gender Index*. Recuperado de <http://genderandenvironment.org/egi/>
- Izquierdo, M. (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6, 125-138.
- Karplus, R. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(14), 169-175.
- Kyburz-Graber, R. (2013). Socioecological Approaches to Environmental Education and Research. En R. B. Stevenson, M. Brody, J. Dillon, & A. E. J. Wals (Eds.), *International Handbook of Research on Environmental Education* (pp. 23-32). New York; NY: Routledge.
- Lagarde, M. (1997). *Género y feminismo: Desarrollo humano y democracia*. Cuadernos Inacabado. Madrid, España: Ed. Horas y Horas.
- Lagarde, M. (2000). *Claves feministas para la autoestima de las mujeres*. Madrid, España: Horas y Horas.
- Lagarde, Ma. (2003). Nueva ética para nuevos liderazgos: El feminismo y la mirada entre mujeres. *Seminario Internacional sobre liderazgo y dirección para mujeres. Poder y empoderamiento de las mujeres*. Valencia, España.
- Lerner, G. (1990). *La creación del patriarcado*. Barcelona, España: Crítica.
- Marco-Stiefel, B. (2008). *Competencias básicas: hacia un nuevo paradigma educativo*. Madrid, España: Narcea.
- Martínez Huerta, J. (dir.) (2009). *Educación para la sostenibilidad*, Manual Unesco. Recuperado de http://www.urv.cat/media/upload/arxiu/W-Catedra_DOW_URV/Informes%20VIP/unesco_etxea_-_manual_unesco_cast-education_for_sustainability_manual.pdf.

- Mayer, R. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Mogensen, F. & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the 'new' discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research*, 1(16), 59-74.
- Morales, P. (2010). Investigación e innovación educativa. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8, 48-73.
- Morin, E. (2011). *La vía para el futuro de la humanidad*. Barcelona, España: Editorial Paidós.
- Naciones Unidas. (1992). *Agenda 21. Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED)*. Río de Janeiro, Brasil: Naciones Unidas. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/>.
- Naciones Unidas. (2000). *Declaración del Milenio y sus Objetivos*. New York, NY: Naciones Unidas. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf>.
- Naciones Unidas. (2005). *Examen y Evaluación decenal. Beijing 10 años después. Logrando igualdad de género, desarrollo y paz*. New York, NY: Naciones Unidas. Recuperado de http://www.un.org/es/events/pastevents/beijing10/documents/BeijingclosingSp_1.pdf.
- Naciones Unidas. (1992-1993). *Convención sobre Diversidad Biológica*. CBD Gender Plan of Action. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.
- Naciones Unidas. (2002). *Plan de Implementación de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable*. Cumbre de Johannesburgo. Johannesburgo, Sudáfrica: Naciones Unidas. Recuperado de http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/pdf/WSSD_PlanImpl.pdf.
- Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid, España: UNESCO-Pearson.
- Novo, M. (2009). La educación ambiental: una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación, Número extraordinario*, 195-217.
- Pérez Rodríguez, U. & Álvarez Lires, M. (2006). La evolución histórica del conocimiento del universo en los libros de texto de 1.º de ESO. *Revista de Investigación en Educació*, 3, 133-151.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona, España: Editorial Graó.
- Porta, L., Marín, A., & Casado, C. (2007). Uso didáctico del vídeo en la web: potencialidades y requerimientos tecnológicos. En *IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Reutilizables*. Bilbao, España.
- Pujol, R. M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid, España: Síntesis Educación.
- Pujolàs, P. (2008). *Nueve ideas clave. El aprendizaje cooperativo*. Barcelona, España: Editorial Graó
- Puleo, A. (2008). Libertad, igualdad, sostenibilidad. Por un ecofeminismo ilustrado, *ISEGORÍA. Revista de Filosofía Moral y Política*, 38, 39-59.
- Ravanel, E., Joglar, C., Quintanilla, M., & Labarrere, A. (2009). Noción sobre enseñanza de las ciencias en profesores de biología en activo y sus implicancias en el desarrollo de competencias de pensamiento científico. En *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, Brasil.
- Rhätzel, N. (2014). ¿Es posible un desarrollo sostenible? En *Ciclo de Conferencias celebrado en la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Pontevedra* (Inédito). Universidad de Vigo, Vigo, España.
- Sangrà, A. (2002). A new learning model for the information and knowledge society: The case of the UOC. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 2(2), 1-19.
- Schulman, L. S. (2004). *Teaching as community property: Essays on higher education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Segura, C. (2015). *Cómo construimos la Historia de las Mujeres desde las Universidades españolas*.

- Revista de historiografía*, 22(1), 255-271.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1) 81-98.
- Tamir, P. & Lunetta, V. (1978). An Analysis of Laboratory Inquiries in the BSCS Yellow Version. *American Biology Teacher*, 6(40), 353-7.
- Varela Losada, M., Pérez Rodríguez, U., Álvarez Lires, F., & Álvarez Lires, M. (2014). Desarrollo de Competencias Docentes a partir de Metodologías Participativas Aplicadas a la Educación Ambiental. *Formación Universitaria*, 6(7), 27-36.

CAPÍTULO 13

Diálogo (nütxamkan) entre dos cosmovisiones (inarumen); Araucanía Andina (Llaimmapu) laboratorio natural como recurso didáctico para el desarrollo de la interculturalidad y la puesta en valor de la biodiversidad (itxofilmongen) en la formación inicial docente

Felipe Jacob Marín Isamit

Universidad Católica del Maule, Chile

fmarin@ucm.cl

Carlos Alberto Inaipil Zúñiga

Consultora Al Aire Libre Chile, Curacautín, Chile

carlos@alairelibrechile.cl

Contenidos

Resumen

13.1 Introducción

13.2 Contexto y evolución de la ruta formativa

13.3 Los objetivos para la ruta formativa 2016

13.4 Los principales aspectos de planificación en el laboratorio natural

13.5 Los desafíos en la docencia aplicada a la didáctica de ciencias experimentales

13.6 Interpretación ambiental e indagación científica, métodos de trabajo al aire libre

13.7 Descripción del *Llaimmapu*: el territorio del Renacido

13.8 El inicio de la propuesta formativa: actores clave e itinerario

13.9 Al alero del taller de expectativas: buenas intenciones se presentan

13.10 En los zapatos del profesor: visitando la escuela Domingo Camargo del sector Mallín del Treile en la comuna de Lonquimay

13.11 Matetún en Ruca Meliñir: compartiendo con la comunidad de Quinquén, comuna de Lonquimay

13.12 El senderismo camina hacia un laboratorio natural

13.13 Después de la tormenta de experiencias, viene la calma de la reflexión

13.14 Conclusiones y proyecciones

Referencias

Diálogo (*nütxamkan*) entre dos cosmovisiones (*inarumen*): Araucanía andina (*Llaimmapu*), laboratorio natural como recurso didáctico para el desarrollo de la interculturalidad y la puesta en valor de la biodiversidad (*itxofilmongen*) en la formación inicial docente

Resumen

La observación permanente de la naturaleza (*Inarumen*) es la metodología o ciencia mapuche del aprender de los hechos reales. Este método nos revela un laboratorio natural, donde la ciencia y la pedagogía pueden implementar diversos recursos didácticos intrínsecos en el territorio. El propósito de este capítulo es ilustrar una experiencia didáctica (*laboratorio natural*) basada en la combinación de dos metodologías de trabajo in situ. El desarrollo de actividades para la valoración de la biodiversidad fundamentado en el método de la indagación en un contexto natural, y la comprensión del patrimonio natural y cultural a través del método interpretativo aplicable al senderismo. Como resultado fue posible describir el contexto, evolución y objetivos de la ruta formativa, los desafíos en la docencia aplicada a la didáctica de ciencias experimentales, la descripción del territorio, los principales aspectos de planificación y estrategias de la enseñanza, el desarrollo de la gira pedagógica y análisis de la experiencia desde el punto de vista de los estudiantes. Se concluye que el desarrollo de las metodologías son un aporte significativo a la formación de los futuros docentes, pudiendo evidenciar de primera mano la posibilidad de utilizar recursos didácticos in situ para el logro de los resultados de aprendizajes profundos basados en la observación, comunicación y la puesta en valor de dos paradigmas que dialogan entre sí.

13.1 Introducción

La lengua mapuche es la caja de resonancia de la *mapuñuke* (Madre Tierra); si reúne y contiene todas las vibraciones de toda la diversidad existente, es una lengua de poder dotada de ser propio; es un *ngen* ('genio' o 'espíritu') una fuerza, energía viviente capaz de convocar la realidad y transformarla. Así como los *ngen* han huido del bosque, del agua, también el *chezungun* (idioma de la gente mapuche) ha huido de nosotros. Machi Adriana Paredes, mujer-chamán williche, 2011 (Mora, 2016. p. 13).

Nosotros (los mapuche) partimos de un centro que nos permite adentrarnos en lo que se denomina cultura, arte o educación artística, y que es el centro de nuestra visión del mundo, en mapudungún se dice '*itrofilmogen*', que en castellano sería 'la totalidad sin exclusión', 'la integridad sin fragmentación de la vida, de todo lo viviente. Elicura Chihuailaf Nahuelpan, poeta mapuche (Mineduc, 2014. p. 1).

En el caso Mapuche este conocimiento del tiempo y el espacio se logró gracias a la observación permanente de la naturaleza, que en Mapuzugun lo denominamos *Inarumen*, es esta la metodología o ciencia mapuche del aprender de los hechos reales de la naturaleza, las condiciones que esta nos ofrece, y la forma de relacionarse con ella. Juan Ñanculef Huaiquinao, investigador e historiador mapuche (Ñanculef, 2001, p. 4).

Las citas iniciales ilustran una inspiración que aporta sentido al esfuerzo pedagógico, la experiencia, acción y reflexión didáctica que trataremos de describir en este capítulo. Así como la machi Adriana Paredes reflexiona y declara dramáticamente que el *chezungun* y los *ngen* han huido de su pueblo. En este capítulo inferimos que no solo el pueblo mapuche debe sentir la partida de lo ancestral, de aquello que les identifica y aporta sentido como es su lengua, sus tradiciones, en definitiva, su cultura. El poeta Elicura Chihuailaf Nahuelpan comparte la interpretación del mundo en el pensamiento mapuche (*Mapuche Rakizuam*), sus componentes, sus interacciones y la visión de integración holística en constante formación y movimiento; mientras que Ñanculef (2001) indaga en el método para la formación de este conocimiento, siempre a través de la observación constante de la naturaleza, lo que se denomina *Inarumen*. Para Salas (2012) el pensamiento mapuche (*mapuche rakizuam*) es autóctono, parte de un proceso de reconstrucción del saber del propio pueblo mapuche:

...está relacionado con una reconstrucción del saber de una cultura centrada en el vínculo del ser humano (*che*) a la tierra (*mapu*), que articula y sistematiza los propios conocimientos (*kimün*) que los sujetos producen y reproducen como parte de un “saber cultural”, que no se limita y reduce a los debates construidos a través de las ideas y prácticas llevadas adelante por las ciencias sociales y filosóficas. Este pensamiento reconstruido desde el núcleo ético-mítico de una “tierra” habitada por los mapuches se opone en buena medida, al pensamiento eurocéntrico cosmopolita, ya que no es un conocimiento universalista abstracto. El *mapuche rakizuam* es histórico y en él opera hasta hoy discursos y prácticas de los sujetos, movimientos y comunidades mapuches de Chile y Argentina, que cuestionan su posición subalterna y asimétrica frente a los modelos cognoscitivos que son hegemónicas en las sociedades chilenas y argentinas mayores, y desde su alteridad, plantea desafíos a las formas universalistas del saber (Salas, 2012, p. 6).

En este sentido, nosotros, el pueblo chileno también pierde al no comprender que su biodiversidad natural y cultural (*itxofilmongen*), “lo propio” se encuentra en todos los rincones de su geografía, en todos aquellos rincones con menor manipulación del hombre y su maquinaria, en todos aquellos lugares donde se encuentran sus raíces, la gente de la tierra, sus pueblos originarios.

Soublette (2015) relata su experiencia en territorio Mapuche de la Araucanía Andina, en la ribera del lago Conguillio. Dice refiriéndose al pueblo mapuche: “de tres siglos lavaron a la afrenta combatiendo en el campo de honor. Pregunta ¿Qué defendían con tanto ahínco? Ahora me di cuenta, dije Yo. Defendían el paraíso, eso defendían ... ¿pero el paraíso solamente vegetal, telúrico, astronómico? No, porque en ese paraíso habitaba un tipo de hombre y ese es su más grande creación”. Los mapuches, prosigue, “crearon un tipo de hombre especial, con una sabiduría especial y con una forma de educar a las generaciones jóvenes, especial también”. De esta podemos inferir como paradigma del pueblo mapuche el ser de la tierra, hombres insertos en la tierra y no poseedores de la tierra. Ahí su fuerza, su destacable espíritu combatiente e inexplicable lucha por lo inmaterial. Inexplicable para aquellos que conciben la naturaleza como

objeto ajeno, utilizable o una propiedad, y no comprenden el valor de sentir la naturaleza como un todo vivo, omnipotente.

El capítulo ilustra una experiencia didáctica, una “ruta formativa” que mezcla dos métodos de trabajo en terreno, el laboratorio natural basado en la indagación científica y el método interpretativo aplicable al senderismo y trabajo de campo. Un esfuerzo por lograr a través de la inducción, la comprensión de la importancia de la transmisión cultural en la forma de interpretar el patrimonio natural y valoración de la biodiversidad a través del prisma de dos corrientes de pensamiento, occidental y mapuche, que dialogan entre sí.

13.2 Contexto y evolución de la ruta formativa

Se prepara la cuarta gira pedagógica para estudiantes de tercer año de la Escuela de Pedagogía en Educación General Básica de la Universidad Católica del Maule (UCM en adelante), séptima región de Chile, y la cuestión es ¿cuál será el propósito? Y desde allí ¿qué contempla esta vez el itinerario? La evolución de esta instancia se vuelve un escenario cada vez más complejo, desafiante y enriquecedor, sobre todo enmarcado dentro de la didáctica de las ciencias naturales.

La primera visita a la Araucanía Andina en diciembre de 2013 consideró un solo propósito: indagar respecto a interacciones de los seres vivos posible de identificar y documentar utilizando los prístinos parajes del Parque Nacional Conguillío. La segunda versión de la gira en noviembre de 2014, considerando las observaciones del año anterior, buscó reconocer el patrimonio natural y cultural presentes en el territorio, posibles de indagar en una ruta formativa, transitando por la plaza de Curacautín (Curacahuín: Piedra de reunión), Reserva Nacional Malalcahuello (Corral de caballos) y el Volcán Lonquimay (Bosque tupido; siempre en la cabeza), el cruce del túnel las raíces y visita a la plaza de la comuna de Lonquimay. La tercera visita en noviembre de 2015, siguiendo la lógica de perfeccionar la ruta formativa, se tomó la decisión de profundizar en los propósitos de reconocer elementos del patrimonio cultural y elementos de la educación intercultural presentes en una institución educativa colindante al parque, puntualmente, en la escuela básica intercultural (multigrado) “La Suerte”, sector Palihuepillán (Palihue: lugar donde se juega el palín; pillan: estado del espíritu; lugar del espíritu del palín), comuna de Melipeuco (Melipewunko: donde se cruzan cuatro aguas). El ejercicio permitió valorar la biodiversidad existente (*Itxofilmongen*) desde una óptica antropológica, vale decir, en la acción de reconocer los elementos y funciones ecosistémicas, pero además indagar en la interpretación del cosmos mapuche. Esto último abrió una caja de pandora para la formación inicial docente, y por sobre todo en la lógica de indagar en la naturaleza presente como método de enseñanza.

En el ejercicio sostenido a la fecha, de compartir y vivenciar experiencias con las distintas comunidades en sus localidades, por ende, en su contexto territorial, primero de forma accidental transitando por la ruta entre los años 2013 y 2014. A Continuación, y de forma intencional, compartiendo formalmente con integrantes de la comunidad en el año 2015, fue posible evidenciar un error: “La normalización de los significados, saberes y conocimientos

ancestrales mapuche como producto de una política histórica de asimilación de los pueblos originarios, no es lo correcto". Sin duda la implementación de esta política por casi dos siglos ha tenido repercusiones visibles en todos los ámbitos de la sociedad mapuche y objeto de análisis de esta experiencia, en tanto Boccara & Seguel (2010) describen en parte los esfuerzos de asimilación utilizados con las etnias descendientes de estados precolombinos por el estado chileno desde un inicio: "una relación marcada por el interés de poner la unidad territorial y la hegemonía racial por sobre la diversidad cultural existente" (p. 742). Entre los ámbitos relevantes a destacar en este capítulo los autores analizan los paralelos de las visiones occidental y mapuche con los conceptos de ciencia y educación, en el marco de la cuarta gira pedagógica como aporte a la formación inicial docente (FID en adelante).

Interpretando a Tomás Kuhn (1996), nos posicionamos desde nuestra ciencia normal, nuestro paradigma y nuestra lengua, condicionando todo por un sesgo occidental dominante. Investigaciones recientes plantean que en el contexto actual, el conocimiento educativo occidental y su distancia epistemológica con el saber popular o indígena es un tema de discusión en el ámbito de las ciencias de la educación, por su relevancia para mejorar la calidad y la equidad en educación, junto con la gestión curricular y educativa (Harris, 1990; Quintriqueo & Maheux, 2004; Schmelkes, 2006; Quilaqueo, Fernández, & Quintriqueo, cit. en Quintriqueo & Torres, 2012, p. 18).

A partir de reflexiones surgen desafíos para el año 2016: ¿cómo dialogar entre dos cosmovisiones? Una mirada occidental marcada por los procesos de colonización, políticas de asimilación y una clara imposición de los preceptos eurocentristas de ciencia y educación; y otra mirada, basada en la construcción de conocimiento a través de observación de los procesos ambientales, su relación con el comportamiento social; personal (*Inche*) y comunitario (*Iof*), y su influencia espiritual en una constante interpretación holística de su universo, muy presentes en la percepción del mundo por nuestros pueblos originarios.

Desde la llegada de los españoles hasta hoy, ha habido un proceso de transformación de la cultura mapuche a partir de la incorporación de elementos ajenos a su vida, lo que en muchos casos se dio en forma violenta y en otros de manera más somera, como lo fue con el proceso de la evangelización, de la escolarización y otros (Marileo & Salas, 2011, p. 125). Para profundizar en esta paradoja, es importante contextualizar que los métodos educativos mapuche, utilizados en la educación familiar, han sido construidos y reconstruidos en relación con su desarrollo social, cultural, político, económico y espiritual (Quintriqueo, Quilaqueo, & Torres, 2014, p. 967).

Nos basamos en la existencia de un paradigma mapuche, una cosmovisión y un *ethos* (del griego: costumbre-conducta) en este pueblo originario, sustrato racial constituyente de gran parte de la nación chilena. Según Mora (2001) "dicha nación, históricamente ha marginado a su ancestro y la minoría mapuche, cercana al 10% de la población chilena, ha sabido sobrevivir a los casi dos siglos de república y a los trescientos años de invasión española" (p. 7). Agrega que la única ideología, filosofía y religión que siguió este pueblo fue "ajustarse a lo que es, ha sido y será", es decir a las leyes inmutables de la naturaleza, que es el otro nombre de la realidad (p.

8). Investigaciones recientes revelan variables importantes que podrían estar asociadas a la pregunta que orienta este párrafo, como “la actuación prejuiciada y estereotipada de profesores del sistema educativo, lo cual suprime saberes y conocimientos propios o bien, niegan otra racionalidad que no sea la occidental para conocer y comprender la realidad” (Merino cit.en Quintriqueo, 2011). Entonces, como señala Quintriqueo (2011), “surge la necesidad de una educación intercultural más pertinente y de mejor calidad, que permita superar problemas epistemológicos con respecto a la construcción del conocimiento” (p. 18). Es aquí uno de nuestros desafíos, incorporar a la formación inicial docente el encuentro con su cultura originaria y la reflexión de un paradigma fascinante que hasta aquí permanece oculto, ajeno al currículum científico escolar, la llamada “ciencia mapuche”. El diálogo entre el paradigma occidental que justifica en gran parte los avances de esta sociedad planetaria, global, y el paradigma territorial mapuche que muestra un nuevo significado de la relación hombre-naturaleza, nos orienta hacia un cuidado de la casa común.

Recientemente, el santo padre Francisco (2015), hizo llegar a los ciudadanos su carta encíclica referente a las problemáticas ambientales de estos tiempos. Comenta: “Hemos crecido pensando que éramos sus propietarios y dominadores, autorizados a expoliarla. La violencia que hay en el corazón humano, también se manifiesta en los síntomas de enfermedad que advertimos en el suelo, en el agua, en el aire y en los seres vivientes. Por eso, entre los pobres más abandonados y maltratados, está nuestra oprimida y devastada tierra, que «gime y sufre dolores de parto» (Rm 8,22). Olvidamos que nosotros mismos somos tierra (cf. Gn 2,7). Nuestro propio cuerpo está constituido por los elementos del planeta, su aire es el que nos da el aliento y su agua nos vivifica y restaura”(p. 3).

Desde sus inspiradoras palabras es posible inferir el cruce entre dos cosmovisiones: aquel paradigma que posiciona al hombre como un ser superior a la naturaleza, autorizado a gobernar sobre la naturaleza, y otro paradigma olvidado, el de nuestros pueblos originarios, que siguen presentes hoy en día y que no olvidan que somos parte de la naturaleza, constituyentes, y que cuidar la naturaleza es perpetuar nuestra vida en la madre tierra (*ñukemapu*) que nos cobija.

Con base en estas reflexiones sobre paradigmas, se presentan nuevos desafíos para la formación inicial docente que imparte la UCM, institución que no está ajena a estas situaciones contradictorias y desde la academia, reflexiona y responde posicionándose como una institución dispuesta a innovar no solo en acciones, sino en pensamiento.

13.3 Los objetivos para la ruta formativa 2016

Se propuso un laboratorio natural como sinónimo de recurso didáctico experiencial, que permitió el desarrollo de un conjunto de actividades basadas en la indagación, fomentando el cuestionamiento de sucesos o procesos naturales con la finalidad de inducir al proceso de comprensión por medio de la búsqueda de posibles explicaciones hasta lograr una conclusión comprobable. De esta forma fue posible acercar a los estudiantes a una interacción real y tangible con las ciencias naturales, a través del contacto y el diálogo entre dos paradigmas,

ciencia occidental y ciencia mapuche, en la constante construcción de una educación más holística, humana e integradora que responda a los desafíos actuales y futuros.

El objetivo general de la gira pedagógica por tanto persigue implementar un laboratorio natural en la Araucanía andina como recurso didáctico de las ciencias naturales y culturales: una herramienta pedagógica vivencial en la formación inicial docente (FID).

Los objetivos específicos que sustentaron la promoción de las siguientes ideas fueron:

- 1) Relacionar y describir procesos de las ciencias naturales en el territorio, como resultado de la aplicación del método interpretativo como recurso didáctico que promueve el aprendizaje profundo.
- 2) Reflexionar sobre las metodologías de trabajo en contacto con la naturaleza como parte de la formación inicial docente.
- 3) Integrar el pensamiento mapuche (*Mapuche Rakizuam*) y el pensamiento occidental (*Winka Rakizuam*) en la aplicación de estrategias para la comprensión y enseñanza de las ciencias.

Dentro de los elementos disciplinares se abordaron ideas estructurantes globales como el patrimonio natural, patrimonio cultural y antropología del bosque, junto a temáticas específicas como ecología, medio ambiente y biodiversidad. La metodología interpretativa se transforma en elemento didáctico movilizador de experiencias pedagógicas, donde el elemento ético transversal se vincula al valor de la interculturalidad, y al diálogo honesto entre diferentes cosmovisiones, transformando así esta experiencia para FID en una iniciativa holística de aprendizaje.

13.4 Los principales aspectos de planificación en el laboratorio natural

Dividiremos este apartado en tres ejes de la planificación:

- 1) Aspectos didácticos y disciplinares: el conjunto académico y profesional reflexionan en torno a los desafíos que supone la actividad, tomar una postura didáctica y decidir sobre las temáticas a desarrollar. Esta etapa previa fue útil para llegar a establecer con claridad que el paralelo entre el método interpretativo y de indagación articularían la ruta formativa en términos didácticos. Luego observando el equipo humano y su líneas de experticia e interés se deciden las temáticas a desarrollar, donde se definen los siguientes contenidos: interculturalidad; patrimonio natural-cultural como aspecto educativo transversal; naturaleza de las ciencias como aspecto didáctico epistemológico; métodos de enseñanza en contacto con la naturaleza como aspecto didáctico pedagógico; toponimias desde el desarrollo del lenguaje, ecología y biodiversidad desde las ciencias experimentales. Se tributa de esta forma a cuatro asignaturas del séptimo semestre de la carrera.
- 2) Aspectos interinstitucionales: se gestionan y coordinan redes de apoyos, donde participan instituciones como Conaf que facilita resolución externa para el acceso

liberado a las áreas silvestres protegidas de la Araucanía andina (Reserva Nacional Malalcahuello y Parque Nacional Conguillío), comprometiendo además la recepción de bienvenida y colaboración del Cuerpo de Guardaparques de ambas unidades, el uso de su infraestructura habilitante (servicios higiénicos, centros de informaciones ambientales, zonas de picnic, estacionamientos, senderos y caminos); DAEM de la Municipalidad de Lonquimay quienes facilitan información de accesos y contactos de la Escuela Domingo Camargo; el Proyecto Sendas Conguillío, institución privada que actualmente administra los servicios turísticos al interior del Parque Nacional Conguillío, quienes año a año han facilitado el servicio de alojamiento y sus espacios de reunión grupal, haciendo una atención importante en las tarifas de sus instalaciones; a la Comunidad Pehuenche de Quinquén a través de la Sociedad Meliñir Limitada, figura comercial con la que el Lof de Quinquén genera ingresos adicionales a su economía tradicional de subsistencia, utilizando el turismo mapuche comunitario como estrategia de visibilización de una cultura viva y en resistencia territorial, fortalecimiento sus economías locales y recuperando el antiguo conocimiento ancestral (*Kuifikimün*); la Consultora Al Aire Libre Chile, emprendimiento, colaboran con la contraparte docente de la UCM en los procesos de planificación, diseño y ejecución de la gira pedagógica por segundo año consecutivo; contribuyen a la gestión y coordinación de servicios y productos del itinerario formativo; aportan información relevante en el contexto territorial de la Araucanía andina; y participan activamente del desarrollo de las actividades.

- 3) Aspectos intrainstitucional: se moviliza el capital humano presente en la academia y el estudiantado frente a la iniciativa. Se presenta la actividad a las autoridades de Facultad de Ciencias de la Educación y de Escuela de PGB con el propósito de comprometer el apoyo institucional y el respaldo educativo a la iniciativa, se construye en conjunto con los estudiantes y académicos la ruta formativa, en el diálogo clase a clase en las cuatro asignaturas.

Los tres ejes descritos fueron articulados por el académico MSc. Felipe Marín Isamit, encargado de velar por el panorama global de la iniciativa, por concatenar cada situación de coordinación logística y formativa.

13.5 Los desafíos en la docencia aplicada a la didáctica de ciencias experimentales

La gira pedagógica de la UCM se enmarca dentro de un laboratorio natural como recurso didáctico, y que busca innovar en la formación inicial del profesorado para la educación básica-infantil. La universidad cuenta con una Facultad de Ciencias de la Educación encargada de direccionar el desarrollo de programas de formación inicial y continuos del profesorado de la región y país, desde paradigmas eclécticos, atendiendo a la diversidad de pensamiento presente en sus académicos, junto a directrices institucionales que provienen de la ética cristiana-católica propia de una institución de iglesia, lo cual la posiciona como una institución privada con vocación de servicio público. En esta facultad se aloja el Departamento de Formación Inicial Escolar y en este, la Escuela de Pedagogía en Educación General Básica (Escuela de PGB). Es en dicha escuela, donde se origina la propuesta didáctica de Laboratorio Natural, dentro de la

programación de la asignatura “estrategias de las ciencias naturales con escolares de segundo ciclo de enseñanza básica” con código PGB-325, que se imparte en el séptimo semestre de la carrera. La duración de la carrera es de 10 semestre lectivos, por ende se compone de cinco ingresos. La experiencia de aprendizaje se realiza con el ingreso 2014, quienes cursan el 7mo semestre. El ingreso 2014 en la actualidad está compuesto por 52 estudiantes, de los cuales 49 participaron de la actividad. El rango etario es de 22 años /19-31/, la distribución de género corresponde a 05 varones y 44 mujeres. Participaron de la actividad tres académicos institucionales y un profesional de apoyo, sus relaciones profesionales y responsabilidades serán descritas más adelante.

Dentro de las condiciones para el desarrollo de la actividad las describiremos desde tres visiones: Escuela de PGB, académico y estudiantil, como se describe a continuación:

- Escuela de PGB: este estamento responde por una parte a directrices institucionales que convergen principalmente en el uso de los recursos, en el caso del laboratorio natural, la escuela destina un monto en dinero relativo para su desarrollo, que consiste en cancelar en su totalidad el traslado considerando el bus institucional que tiene un costo menor al del mercado por kilómetro recorrido. Y por otra parte la escuela asume el costo académico, autorizando a sus profesores a recalendarizar y/o ajustar otras actividades programadas según su horario semanal. Situación no menos difícil, ya que afecta en parte el normal funcionamiento de la Escuela. Las actividades de este tipo, son complejas en su relación costo-beneficio formativo. Se discute, por ejemplo, en qué medida esta actividad supera en calidad de aprendizaje a lo que se pueda desarrollar al interior del aula o dentro de la región. Lo anterior expone al académico que impulsa este tipo de situaciones a varias dificultades, y el debate principal se centra en justificar sin mayores evidencias las ventajas que pueda generar la iniciativa, sobre la base de convicciones epistemológicas centradas en la didáctica de las ciencias naturales, situación que se desarrolla en otros pasajes de este capítulo.
- Académico: La metodología utilizada por los docentes corresponde a una estrategia de enseñanza basada en el aprendizaje profundo, centrada en el estudiante, donde están ya definidos los resultados de aprendizaje esperados y existe un plan de actividades de enseñanza y aprendizaje progresivo, adecuada a un contexto y aplicada a una situación real, lo que lo convierte en una experiencia significativa. Las técnicas o estrategias didácticas son procedimientos que facilitan el desarrollo dinámico de una clase o sesión donde se promueven las actividades de aprendizaje o acciones específicas que realizan los estudiantes para construir su aprendizaje.
- Estudiantes: los estudiantes universitarios que participan de la experiencia son expectantes, críticos, reactivos. Formados así por el rigor de un país en debate, participes de las últimas movilizaciones estudiantiles. Sensibles a cualquier situación que afecte sus expectativas que apuntan a un sistema educacional más inclusivo, menos segregado, y a una carrera docente más valorada. Por ello, exigen a la institución y a la academia ofrecer un mayor esfuerzo. Estas actividades de innovación y transformación educativa son muy valoradas y por ello están dispuestos a asumir y compartir costos con la institución, no solo materiales, sino de apuestas pedagógicas.

Las condiciones son complejas, no se trata de una visita de un par de horas dentro de una jornada de trabajo habitual. Se trata de salir a un panorama con varias incertidumbres fuera de la región, fuera del statu quo que se vive con normalidad en el ambiente institucional. Un laboratorio natural de 96 horas continuas de trabajo, supone una planificación previa, una movilización importante de capital humano e interinstitucional, junto con una reflexión posterior no menos desafiante, que supone desmenuzar minuto a minuto, entre aspectos personales, sociales, culturales, didácticos, disciplinarios, domésticos, entre otros. Aspectos que abordaremos en los siguientes pasajes.

13.6 Interpretación ambiental e indagación científica, métodos de trabajo al aire libre

Para alcanzar los desafíos que esta gira presentaba, se aplicaron dos metodologías de trabajo, la primera llamada interpretación ambiental, la que deambula por una delgada línea en las definiciones y diferencias de su contraparte, la educación -ambiental (EDAM). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos (UICN) define la EDAM como: “el proceso de reconocer valores y aclarar conceptos para crear habilidades y actitudes necesarias tendientes a comprender y apreciar la relación mutua entre el hombre, su cultura y el medio biofísico circundante. La EDAM también incluye la práctica de tomar decisiones y formular un código de comportamiento respecto a cuestiones que conciernen a la calidad ambiental” (Del Solar, 2003, p. 17). Del Solar (2003) comenta algunas relaciones y diferencias entre lo que se entiende por EDAM e interpretación ambiental, lo expone tal como: “la interpretación ambiental es una disciplina de la educación ambiental, que aunque persigue los mismos intereses y objetivos de la educación ambiental, se diferencian fundamentalmente en el método de transmisión del mensaje y el receptor del mismo, ya que la educación ambiental se asocia generalmente a grupos más bien estructurados y la interpretación ambiental se relaciona con los visitantes causales y voluntarios” (p.19). Por tanto, el paso desde EDAM a interpretación se asocia al grupo objetivo, los cautivos (como en una sala de clases) y los no cautivos, como los visitantes de las áreas naturales.

En el ejercicio práctico de implementación de esta gira pedagógica se asumió el principio de que la interpretación ambiental es un vehículo en el cual se movilizan saberes y emociones. La movilidad de estos conocimientos tienen sustento en autores tales como Ham (1994), quien plantea que “la interpretación es un enfoque de la comunicación y una traducción del lenguaje técnico de una ciencia natural o área relacionada en términos e ideas que las personas en general, que no son científicos, puedan entender fácilmente, e implica un relato entretenido e interesante para ellos” (p. 3). O la definición de la AIP (2006): “la interpretación como el arte de revelar in situ, el significado del legado natural y cultural al público que visita estos lugares en su tiempo libre” (p.1). Los recursos tangibles e intangibles presentes en los lugares visitados en la gira son importantes para muchas personas. Parte del poder que tienen esos recursos patrimoniales es la capacidad que poseen para transmitir emociones diferentes a muchas personas, la razón de la interpretación es ayudar a los visitantes a descubrir y comprender los significados profundos de estos sitios (SAM en Inaipil 2014, p. 3).

Por otro lado, para el desarrollo de actividades para la valoración de la biodiversidad se implementó una segunda metodología, el método de la indagación en un contexto natural. Se trata de una forma de acercar el método científico a la comunidad donde el monitor plantea la pregunta de trabajo, la cual surge al combinar la observación de los elementos del entorno, nuestra curiosidad y el conjunto de conocimientos, conceptos y experiencias relacionadas adquiridas previamente. Luego viene la investigación de primera mano donde, en conjunto, contestamos la pregunta planteada por nuestra cuenta en vez de consultar a un experto o un texto sobre el tema. Para esto se recolecta la información necesaria para responder la interrogante, a través de la observación y análisis, con los ojos abiertos y la mente alerta, activando los sentidos para sucesos novedosos o imprevistos. Finalmente se analiza y resume la información recolectada para compartir los hallazgos de la mejor manera que sea posible. De esta forma la reflexión, es la etapa final del ciclo de indagación y es donde se plantean explicaciones posibles de los resultados y se relacionan con nuestras experiencias previas y las de otras personas (Arango et al., 2009, pp. 20-23).

13.7 Descripción del *Llaimmapu*: el territorio del Renacido

Los primeros habitantes del territorio por medio del *Inarumen* (observación reiterativa de los fenómenos naturales) lo llamaron *Conguillío*, toponimia que deriva de una palabra compuesta del *chezungun*: idioma de la gente; *Co*: agua y/o *Com*: Todos, y *Guillío*: piñón (semilla de la araucaria araucana), interpretaciones del cosmos mapuche y que en castellano (*winkazungun*) se le adjudican varias traducciones, entre ellas; Asentarse en los Piñones, haciendo alusión a la actividad ancestral de la recolección de este preciada semilla para el consumo; y/o todos los piñones en su traducción literal; y/o agua de piñón; y/o toda la vida de los piñones.

El Parque Nacional Conguillío (PN Conguillío) es actualmente un área silvestre protegida por el estado (ASPE) (ver Figura 1), que comienza su historia político-administrativa como Parque Nacional Los Paraguas el 21 de agosto de 1940. Luego, el 29 de mayo del 1950, mediante decreto supremo N° 1.117 del Ministerio de Tierras y Colonización, se creó la Reserva Nacional Conguillío. Posteriormente, ambas unidades se fusionan y se reclasifican como Parque Nacional Conguillío-Los Paraguas, quedando con su superficie actual de 60.833 ha. Desde el punto de vista administrativo, el PN Conguillío se encuentra ubicado en la Región de La Araucanía, en la provincia de Cautín, comunas de Melipeuco, Cunco y Vilcún, y en la provincia de Malleco, comunas de Curacautín y Lonquimay. Su ubicación geográfica se encuentra entre las latitudes 38° 30' 30" - 38° 49' S y entre las longitudes 71° 30' - 71° 53' O con una altitud que oscila entre los 1.000 y los 3.195 m.s.n.m. (Conaf, 2004, pp. 21-23).

El clima al interior del parque es templado cálido con menos de cuatro meses secos, aun cuando en las partes altas del volcán Llaima, que se alza hasta los 3.195 m.a., se puede encontrar un clima de hielo causado por la altura. La temperatura media anual es de 8,5°C, con una mínima de 1,2°C en el mes de junio, y una media máxima de 23,6°C en enero. Las precipitaciones alcanzan un promedio de 2.000 mm anuales (Benoit cit. en Inaipil, 2012, p. 13).

El *Llaimapapu* territorio del resucitado, o el renacido en lengua mapuche, está ubicado en la precordillera andina, en la cadena volcánica Andes del Sur, orientado en sentido norte-sur. El factor condicionante de la geomorfología de esta unidad ha sido influenciada por dos grandes formas de relieve que dominan la topografía del parque: el volcán Llaima (3.195 m.s.n.m.) y el volcán inactivo Sierra Nevada (2.554 m.s.n.m). Las formas de relieve predominante son dominadas por un paisaje abrupto modelado por glaciaciones y fenómenos efusivos. La trama hídrica que se genera en el parque se puede caracterizar por vertientes, esteros, ríos, lagos y lagunas de origen néveo, precipitaciones y afloramientos de agua subterráneas, que drenan sus aguas. Los lagos y lagunas más importantes de la unidad son el lago Conguillío con 750 ha de superficie, la laguna verde con 150 ha aproximadas de superficie, la laguna Captrén con 15 ha, y por último la laguna arcoíris con 0,8 ha de superficie. El parque está constituido por rocas volcánicas del cretáceo superior con intrusiones graníticas, sobre este basamento se han asentado rocas volcánicas y otros elementos efusivos del terciario y cuaternario (Inaipil, 2012, pp. 15-16).

13. 8 El inicio de la propuesta formativa: actores clave e itinerario

El diseño de la ruta y el desarrollo de sus actividades fue trabajado con equipo de profesionales y académicos a cargo de la planificación, diseño y ejecución de la gira pedagógica (ver tabla 1), entre ellos MSc. Felipe Marín Isamit, académico UCM, magíster en educación de la ciencias con mención en química quien ha dirigido la actividad a partir del año 2013. Esta vez él fue el responsable de la coordinación logística y ruta formativa general; como contraparte local el biólogo e ingeniero en recursos naturales renovables de origen mapuche, Carlos Inaipil Zúñiga, quien desarrolló funciones de guía e intérprete del patrimonio natural y cultural del territorio de la Araucanía Andina y el Parque Nacional Conguillío; el académico UCM y coordinador pedagógico Boris Van Dorsee Reyes, magíster en políticas y gestión educacional y magíster en educación con especialidad en lenguaje y comunicación, quien aportó en temáticas de educación intercultural, análisis de textos informativos, descriptivos y toponimias; y académico UCM Dr. Cristian Aguilar Correa, doctor en didáctica de las ciencias experimentales, quien contribuyó en el análisis vegetacional y el recurso avifauna del área de estudio, transversalmente en aspectos didácticos relacionados con la educación intercultural e interacciones en el ecosistema.

Tabla 1
Itinerario de actividades Gira pedagógica UCM 2016

ITINERARIO DE ACTIVIDADES GIRA PEDAGÓGICA UCM 2016		
FECHA	HORA	ACTIVIDADES
15-oct	10:00	Taller de expectativas desarrollado en las aulas de la UCM
23-oct	21:30	Envío institucional realizado en la capilla, bendición de la comitiva
24-oct	7:30	Encuentro y bienvenida al territorio con el profesional local Carlos Inaipilen la plaza de armas Curacautín.

	08:00 - 09:30	Visita mirador cráter nevado Reserva Nacional Malalcahuello
	09:30 - 10:30	Traslado escuela Domingo Camargo
	10:30 - 12:30	Visita escuela Domingo Camargo, sector Mallín del Treile. Lonquimay.
	12:30 - 13:30	Traslado al Parque Pehuenche Quinquén
	13:30 - 15:30	Matetun en Ruka Meliñir del Lof Quinquén. Lonquimay. (degustación comidas y conversatorio con comunidad)
	15:30 - 19:00	Traslado a Parque Nacional Conguillío ingreso sector Truful Truful
	19:00 - 20:30	Designación cabañas a cordadas // preparación cena por cabaña
	20:30 - 21:30	Reunión de planificación participativa siguiente jornada (En Malanche)
25-oct	08:00 - 09:00	Comienzo jornada (Desayuno, checklist equipos)
	09:00 - 17:00	Ruta interpretativa: senderismo; caminando hacia un laboratorio natural
	17:00 - 19:00	Relajación y esparcimiento
	19:00 - 22:00	Cena comunitaria y esparcimiento en Malalche
	22:00	Dejar equipo listo para siguiente día - finalización jornada
26-oct	11:00 - 12:00	Comienzo jornada
	12:00 - 14:00	Actividad de senderismo: cabañas sendas Conguillío - laguna arcoíris
	14:00 - 15:00	Travesía del truful (recorrido en bus con estaciones; laguna verde + campos de lava + saltos del truful) - despedida y foto grupal en letrero de acceso a truful
	15:00 - 22:00	Regreso a Talca.
15-nov		Taller de percepción de la calidad de la experiencia desarrollo en las aulas de la UCM

13.9 Al alero del taller de expectativas: buenas intenciones se presentan

El taller de expectativas se realizó como una instancia de carácter informativo y consultivo entre los estudiantes participantes y los académicos a cargo de la actividad. En primer lugar, se realizó una introducción donde se expuso el itinerario general de la gira pedagógica (ver tabla 1), momento en el cual se canalizaron dudas y consultas, trabajadas y desarrolladas por medio de una conversación fluida y amena; se asumen liderazgos y se delegan responsabilidades entre las y los estudiantes. Posteriormente la conversación se enfocó en los antecedentes territoriales, biofísicos y culturales. También se entregaron algunas recomendaciones para la planificación de salidas al aire libre, entre las que se destacan: considerar vestuario y calzado adecuado para realizar actividad física al aire libre, llevar bolso o mochila que le permitan cargar sus equipos de

seguridad personal como linternas, lentes de sol, sombrero para el sol, agua y ración de marcha. Además, se hizo hincapié en el autocuidado personal y colectivo como criterio de seguridad para la prevención de riesgos; “Soy responsable de mi bienestar físico y emocional”; “Si me cuido, cuido a mi grupo”. En segunda instancia, se implementó el taller de expectativas de los estudiantes respecto a la actividad, para ello se elaboró un instrumento de medición a través de una encuesta con cinco preguntas dirigidas a los estudiantes, que tuvieron por objeto generar un perfil del estudiante participante en la gira pedagógica con el fin de enfocar los objetivos de aprendizaje a satisfacer sus expectativas. Las preguntas dirigidas fueron: (i) ¿por qué estoy aquí?; (ii) ¿qué me gustaría aprender?; (iii) ¿qué pienso aportar?; (iv) ¿qué me gustaría que si ocurriera?; y (v) ¿qué imprevistos o situaciones deberían de evitar?

En el taller se utilizó como actividad de aprendizaje la discusión entre pares. Acción que contribuye a la sistematización de la información recopilada y facilita la comprensión y el diálogo entre los estudiantes y docentes. Las respuestas fueron registradas en la pizarra del salón auditorium con la participación de un moderador, en el cual se construyó un diálogo basado en las impresiones de los alumnos, donde se señaló (i) que se encontraban en esta instancia con el propósito de contar en un futuro como docentes con herramientas necesarias para desarrollar un buen desempeño en la disciplina de educación de las ciencias; (ii) conocer en términos concretos una actividad de articulación de saberes, observando el trabajo en equipo de profesores de diferentes disciplinas con un propósito común; aumentar el conocimiento disciplinar en ciencias naturales en ecología y educación ambiental; reconocer las diferencias que se observan en otra región, con otra cultura y una ambiente natural distinto al de la zona central; para enriquecerse como personas al compartir fuera de su hogar y universidad, fortalecer vínculos y compartir; aprender de la naturaleza y de las personas que habitan un entorno privilegiado, desarrollando el compañerismo y valores que deben estar presentes en la vocación de profesor; ganar experiencia de trabajo en terreno para replicar la salida a terreno en un futuro con sus alumnos; y valorar desde la experiencia el patrimonio natural y cultural del país. Todas estas respuestas representan el sentir de esta generación de futuros profesores previo a la salida.

Estando centrados en la idea de que el conocimiento científico es una construcción social producto del esfuerzo humano y que el proceso de aprendizaje resulta de la interacción entre los esquemas mentales del que aprende y las características del contexto de aprendizaje. De este modo, cobran valor las ideas previas, las estrategias cognitivas, metacognitivas y los propósitos e intereses de los alumnos; adquiere importancia el sentido de cada situación de enseñanza y de aprendizaje para cada individuo, grupo y momento (Driver, 1989, p.276). En otro punto (ii) les gustaría aprender sobre flora y fauna, biodiversidad y concientización con respecto al entorno; valorar el entorno natural y cultural desde el aprendizaje en el territorio; conocer la cultura mapuche, sus costumbres, su visión del entorno natural, su forma conocimiento científico; entender cuál es la lucha del pueblo mapuche. En la siguiente interrogante indican que (iii) aportarán disposición por aprender; reflexión crítica y autocrítica; trabajo en equipo; cuidado del entorno que se visita. (iv) Les gustaría que ocurrieran conversaciones y reflexiones acerca de su rol como futuros docentes; lograr buena convivencia; resistir física y mentalmente la ruta, las caminatas; apreciar el paisaje con tiempo, sin apuros;

conocer una vivienda mapuche y su gente; sentir la naturaleza. Finalmente (v) indican que no les gustaría que ocurriera accidentes; mala convivencia; botar basura o dañar la naturaleza; y faltar el respeto los residentes.

Es en definitiva en esta instancia de diálogo, previa al desarrollo del laboratorio natural, donde se enfrenta a los académicos participantes y a las y los estudiantes, al choque cultural, al encuentro y desencuentro entre dos cosmovisiones, una occidental y/o imperante, y una aproximación a la cosmovisión mapuche que supone una enseñanza de las ciencias con una imagen de hombre parte de la naturaleza, madre tierra, donde interactúa lo tangible e intangible, la realidad del sujeto con lo sublime de la naturaleza y las energías que la componen. Se expone el diálogo a la reflexión, sobre nuestro conocimiento, el conocimiento colectivo, el conocimiento científico, conocimiento escolar, el currículum formal, y la ciencia que se enseña, a la interrogante ¿estamos en lo correcto? Y si estamos en lo correcto ¿qué explica tanta polución en la dinámica hombre naturaleza?

13.10 En los zapatos del profesor: visitando la escuela Domingo Camargo del sector Mallín del Treile en la comuna de Lonquimay

Antes de describir la experiencia, es necesario posicionarse en el tiempo y contexto. Históricamente, la escuela, por su naturaleza homogenizadora, ha entregado una socialización monocultural a los estudiantes de origen indígena, negando la inclusión y la racionalidad de sus saberes educativos (Quilaqueo et al., 2010, p. 9). De allí, la importancia de la interacción con este tipo de instancias, las cuales permiten el descubrimiento de un diálogo fraterno y respetuoso entre la visión del mundo occidental y la mapuche. A continuación una breve descripción de las actividades de intercambio cultural y vivencial entre las partes.

Desde Curacautín a 83 kilómetros en dirección al oriente por la ruta 181 se llega a la comuna y ciudad de Lonquimay, desde donde se toma rumbo al noroeste para llegar a la Escuela Básica Intercultural Domingo Camargo ubicada en el sector de Mallín del Treile. Esta posee actualmente una matrícula de 70 alumnos de origen 100% mapuche-pehuenche, de un nivel socioeconómico bajo. La visita a la escuela consistió en una instancia de participación, diálogo y contextualización local con el grupo de estudiantes de la gira pedagógica, los profesores en ejercicio en el sistema educacional rural y los estudiantes del establecimiento. Para ello se tomó contacto con el director y profesor Patricio Pirul, con quien se realizaron las gestiones de coordinación pertinentes. El itinerario de actividades durante la visita fue el siguiente:

a) Recepción y presentación: en el comedor del establecimiento se citó a los estudiantes, profesores y al grupo de la gira pedagógica. El grupo de la UCM monta merienda para generar una instancia de convivencia, mientras las voces de los estudiantes de la escuela entonan el himno patrio dirigido por dos alumnos de cursos mayores.

b) Palabras de bienvenida del director Patricio Pirul y la planta docente: en el cual realiza una descripción al trabajo docente en el contexto rural-intercultural. Para ello

considera relevante hacer hincapié en las ideas de compromiso, vocación de servicio y profesionalismo de los futuros profesores, lo que generó un nutrido y fructífero diálogo e interacción entre las partes. Con las palabras finales de agradecimiento se cierra este primer bloque y se hace entrega de un presente para el establecimiento por parte de la delegación de la UCM.

c) Compartir desde el aula: en la segunda parte de la visita, la delegación fue distribuida en tres grupos, donde cada uno de ellos pudo entrar y compartir desde el interior del aula de clases, interactuar y vivenciar los métodos y estrategias de enseñanza empleadas con los profesores en ejercicio.

d) Palabras finales y agradecimientos: para finalizar la jornada, se realizó una foto grupal en el patio de la escuela y despedida.

En la amena convivencia fue posible deducir que, si bien la totalidad de los estudiantes son de origen mapuche, son muy pocos los que manejan su lengua originaria, el chezungun. De esta observación además se canalizaron consultas a los profesores respecto al paso de contenidos que integran los elementos culturales propios de la cosmovisión mapuche, a lo que comentaron que cuatro horas pedagógicas a la semana de lengua y vida mapuche se impartían por un profesor intercultural externo a la escuela. La autocrítica también estuvo presente, al comentar que a pesar de que el 100% de los estudiantes son de origen mapuche, no hay más profesores que refuercen este conocimiento en un ejercicio continuo. Paradójicamente nos encontramos en un escenario ideal para implementar la interculturalidad, por su contexto territorial y la procedencia cultural de sus estudiantes, sin embargo, responde a la realidad chilena que Quintriqueo (2014) analiza como “el desconocimiento y exclusión de los saberes educativos mapuches en la escuela, por parte de las instituciones estatales, sería el resultado de los tipos de relaciones que se han establecido históricamente entre los mapuches y los no mapuches” (p. 272). Como consecuencia, la pérdida de lengua y las diferentes manifestaciones culturales mantienen una preocupante relación con el actual sistema educativo, incluso en las comunidades rurales con un alto número de habitantes pertenecientes a los pueblos originarios, lo que se transforma en una verdad incómoda. Lo cierto es que el choque paradigmático entre dos cosmovisiones es un hecho. Moreno (2006), Salas (cit. en Marileo y Salas, 2011) comentan esta realidad y la definen como “el sincretismo que representa actualmente una condición adquirida entre las cosmovisiones, con ello podemos sostener que en la actualidad no hay contenidos auténticos, más bien, una cultura híbrida o altamente mezclada y supeditada bajo las normas de la ley del hombre blanco” (p.125), haciendo una lectura actual sobre las políticas de asimilación aún vigentes por estos rincones del territorio mapuche (*Wallmapu*).

13.11 Matetún en Ruca Meliñir: compartiendo con la comunidad de Quinquén, comuna de Lonquimay

La ruta formativa continuó su curso y se trasladó al sureste de Lonquimay, en dirección al paso fronterizo Icalma, sector la fusta, al territorio ancestral del Lof Quinquén.

El territorio está ubicado en la comuna de Lonquimay. Es una zona cordillerana donde nace el río Biobío, de dos lagunas de gran hermosura, denominadas Galletué e Icalma. Para llegar a esos apartados lugares se sube por un camino que va por el pueblo de Curacautín, cruza la cordillera de Las Raíces o cordillera de Lonquimay, y llega a numerosos valles cordilleranos. Uno de ellos es el denominado valle de Quinquén. Para llegar a Quinquén se requiere no solo cruzar la cordillera donde está ubicado el volcán Lonquimay, sino posteriormente cruzar la cordillera de la Fusta (hace referencia al cordón de volcanes extintos de la sierra nevada (2.554 m.a.), límite geográfico entre Parque Pehuenche de Quinquén y el Parque Nacional Conguillío, que es otro cordón cordillerano ubicado en la zona. Así se llega a un valle cuyos suelos están compuestos de arenisca negra producto de las erupciones volcánicas y cuya vegetación son matorrales, quilas, colihues, bosques de lengas y de coihues y, en las partes altas de los cerros, las araucarias. Quinquén se cubre de nieve durante el invierno lo que lo hace de difícil acceso y antiguamente era un lugar donde muy pocas personas llegaban. Es por ello que se la utilizó durante quizás siglos como lugar de refugio para las familias indígenas que estaban sometidas a la presión de la colonización y la conquista. Quinquén significa en lengua mapuche "lugar de refugio" (Bengoa, 1992, pp. 13-14).

La comunidad puhkanche de Quinquén posee una larga data de acontecimientos históricos documentados, más de 120 años de resistencia cultural, encabezados por la familia Meliñir que nos brindan una recepción en la *Ruka*(casa-habitación; donde habita el *che*: las personas, la gente). Al lado del *Kütxalhue* (fogón central de la casa) nos da la bienvenida Joaquín Meliñir, joven guardián y promotor de las tradiciones antiguas y parte de su numerosa familia. Tres kimche (hombres sabios-antiguos; literalmente: la gente del conocimiento) nos reciben en la puerta, la bienvenida se realiza en *chezungun*(idioma de la gente) de acuerdo con la tradición oral. Una vez presentadas las partes, los estudiantes y profesores son invitados a ingresar a la ruka y saludan en orden a los tres kimche, quienes dan la bienvenida, se acomodan alrededor del fuego para compartir alimentos tradicionales con base en el piñón ofrecidos solemnemente por la madre, primas y mujeres de la familia de Joaquín, tales como *guillíopizku* (piñones cocidos), *guillíomuzai* (chicha de piñón), *guillíomütxün* (piñones cocidos, molidos en forma de tortillas), y *guillíokofke* (pan de con harina de piñón), acompañados de mermeladas y verduras del huerto. Siempre se ofrece una bebida caliente, mate de preferencia, infusión tradicional en la cultura campesina, por tal motivo a toda esta instancia de convivencia se le denomina *matetún* (la acción de tomar mate y compartir alimentos).

En la actualidad el Lof Quinquén –lugar de refugio– plantea dos grandes problemas que preocupan a las sociedades modernas de mayor parte del mundo: el de las sociedades originarias, y el de la conservación de la naturaleza y el medio ambiente (Bengoa, 1992, pp. 11-12).

13.12 El senderismo camina hacia un laboratorio natural

La planificación de la excursión temática se realizó según las recomendaciones de Ham (1994, pp. 131-156). Entre los criterios que fueron tomados en consideración destacan la representatividad ecosistémica, identificación de hitos con potencial interpretativo, evaluación

de la condición física y anímica del grupo y sus grados de dificultad, tiempos asociados y extensión total de la actividad entre otros. Debido al gran número de participantes (52 estudiantes y cuatro profesores), la estrategia general de manejo del grupo fue avanzar como un solo bloque, dividido en cuatro subgrupos de 13 estudiantes por cada profesor participante. Para el diseño de las estaciones temáticas se establecieron como criterios el desarrollo de los contenidos abordados en la planificación, el cumplimiento de las expectativas del grupo, la presencia de los recursos con potencial interpretativo y el espacio físico adecuado para contener un grupo de 56 personas. La estrategia de comunicación de los contenidos se implementó bajo la estructura de un guía intérprete, quien desarrolla la estación y la temática mientras es respaldado por el resto del equipo docente, que con base en su experticia complementan los relatos, analizan los recursos y contribuyen notablemente al desarrollo del pensamiento crítico y el trabajo interdisciplinar. En esta instancia también son los propios estudiantes quienes participan activamente, por medio del trabajo grupal y de sus intervenciones, como medio verificador de la comprensión de los contenidos.

Se realizó un circuito mixto de senderos con una extensión total de 11 kilómetros. Los senderos recorridos parcial y/o totalmente fueron El contrabandista, Sierra nevada y De playa, cada uno de ellos con diferencias marcadas en su composición paisajística, lo que facilitó tener a disposición de la actividad un gran número de recursos a interpretar.

En el desarrollo de esta actividad, que tiene por objeto presentar a los estudiantes la naturaleza como sala de clases, fue posible –por medio de métodos como la interpretación ambiental y la indagación–identificar un amplio abanico de elementos, procesos y contenidos como dinámicas ecológicas, interacciones, biodiversidad, procesos geológicos, historia, toponimias y cosmovisión mapuche, presentes en los objetivos de aprendizaje de la matriz curricular que el Ministerio de Educación (Mineduc) establece respecto de las ciencias naturales, historia y geografía y educación física. Este análisis generó una propuesta y un diálogo reflexivo sobre los métodos de enseñanza utilizados y las nuevas estrategias de aprendizaje basadas en el contacto con la naturaleza y la utilización de los sentidos. Para la Fundación Sendero de Chile (2005):

El desarrollo de experiencias de educación ambiental al aire libre en terreno, sin duda: a) mejora la calidad de la oferta educativa del establecimiento; b) facilita la contextualización territorial y cultural de los aprendizajes esperados por el currículum escolar, potenciando la totalidad del proceso educativo y formativo de alumnas y alumnos; y c) coopera en la formación de ciudadanos consientes y pro-activos en el desarrollo de una sociedad sustentable en Chile (p. 6).

Por otro lado, las ventajas que la educación y el aprendizaje al aire libre generan al aplicarse en niños son mucho mayores y, sin duda, trae innumerables beneficios, según lo planteado por Moore:

...los niños viven a través de sus sentidos. Las experiencias sensoriales enlazan el mundo exterior del niño con su mundo interior afectivo y escondido. Como el entorno natural es la fuente principal de estimulación sensorial, la libertad para explorar y jugar con el

entorno exterior a través de los sentidos en su propio espacio y tiempo es esencial para el desarrollo saludable de la vida interior. ... Cada niño se prueba a sí mismo interactuando con el medioambiente, activando su potencial y reconstruyendo la cultura humana. ... Un entorno rico, presentará de forma continua alternativas para un desarrollo creativo. Un entorno rígido, y solo limitará el crecimiento sano y desarrollo del individuo o del grupo (Moore cit. en Louv, 2005, p. 66).

Además del trabajo comparativo y reflexivo entre el aprendizaje dentro y fuera del aula, en esta actividad se trabajaron algunas estaciones que apuntaron a la sensibilización de los estudiantes con su entorno, en las cuales el objetivo principal fue encauzar el aprendizaje por medio de una experiencia significativa que fuese provocada a través de las emociones. La sensibilización de los estudiantes se canalizó a través de una actividad guiada en un tramo del sendero, induciendo al silencio mientras se camina a un metro de distancia del compañero que va adelante. En silencio y caminando por el bosque se activan los sentidos, la audición, luego el olfato, la vista y el tacto; así, en un trayecto de no más de 500 metros, los estudiantes comienzan a ser conscientes de su cuerpo y entorno, escuchando su respiración y corazón, y poco a poco sintiendo el espíritu del bosque y la montaña (*ngenmawiza*), desencadenando un mundo de emociones al interior de cada uno. De forma inconsciente y casi sin darse cuenta inician naturalmente el proceso de indagación, reflexionando sobre su entorno, analizado sus elementos e interacciones y, sobre todo, preguntándose cómo ellos son parte del ambiente que los sorprende. Además dan inicio al pensamiento crítico y al diálogo entre dos cosmovisiones, los paralelos entre método científico occidental y el método tradicional mapuche (*inarumen*), el pensamiento no mapuche (*winka rakizuam*) y el pensamiento mapuche (*mapuche rakizuam*); integrando interpretaciones de ambas percepciones del universo.

Esta actividad de sensibilización se basa en un reconocido principio de la interpretación ambiental, que como herramienta de la educación ambiental y de acuerdo con lo que Tilden (1957) propone en sus seis principios: “El objetivo principal de la interpretación no es la instrucción, sino la provocación” (p. 9). Y es que la provocación resulta ser un catalizador de las experiencias significativas, generando emociones y recuerdos; y contribuyendo directamente a la comprensión y asimilación de conceptos y procesos. Este aprendizaje por medio de las emociones se genera, ya que “la persona otorga una significación a un evento, por medio de sus emociones, es decir, la emoción es un recurso por el cual, el individuo procura expresar el significado que le otorga a un estímulo aceptado” (García, 2016, p. 6). En otras palabras, podemos afirmar que

...las emociones implican una re-significación de los eventos o sucesos, lo que permite comprender y aceptar que la cognición y la emoción se afectan recíprocamente, por lo que la persona que se educa debe ser considerada como una mezcla de razón y emoción, de manera tal que separar estos dos componentes sería atentar contra el carácter humano del ser humano (García, 2016, p. 7).

Mediante el senderismo se fortalece la idea del laboratorio natural, que deja a disposición innumerables recursos para encauzar un aprendizaje significativo, en el que, además de integrar

la cosmovisión mapuche, sus valores, creencias, espiritualidad y conocimiento empírico, fue posible que los estudiantes aprendieran de las nuevas herramientas de enseñanza, por medio de la vivencia y experimentando en su propio aprendizaje los atributos de los métodos (interpretativo e indagativo), siendo ellos los protagonistas y pudiendo evaluar empíricamente su efectividad.

Resulta interesante preguntarse, ¿por qué si el laboratorio natural presenta tantos atributos y beneficios y se presenta como el espacio ideal para generar un aprendizaje holístico, significativo y emocional, este no ha sido incluido dentro de la educación formal de nuestra sociedad? Esta educación que pronto llegará a su agotamiento y que hoy en día se encuentra centrada en la racionalidad, en el memorizar contenidos y teoría. Este es entonces el gran desafío no solo de los establecimientos académicos de nuestra sociedad, sino también de los actuales y futuros educadores: revalorar el rol de las emociones, del conocimiento de nuestros pueblos originarios y de la naturaleza como laboratorio, como elementos primarios, fundamentales y sustantivos del proceso de aprendizaje (García, 2016, p. 18).

13.13 Después de la tormenta de experiencias, viene la calma de la reflexión

Posterior al desarrollo del plan de actividades de enseñanza y aprendizaje ejecutado en terreno, se continúa este alineamiento constructivo de estrategias de enseñanza, donde ya es posible que los estudiantes reflexionen y evidencien los resultados de aprendizajes logrados. Para iniciar la retroalimentación se realizó un taller de percepción y evaluación de la experiencia de forma individual por medio de preguntas orientadoras. Actividad que en una segunda etapa fue complementada por el análisis grupal de las consultas realizadas, facilitando el desarrollo didáctico de la sesión.

- ¿Cómo describiría el laboratorio natural desarrollado en la Araucanía andina? (con qué me quedo)
- ¿Qué aprendí durante el desarrollo de las actividades?
- ¿Cómo clasificaría los aprendizajes adquiridos? (puede diseñar una tabla y/o esquema)
- ¿Qué situaciones ocurrieron de acuerdo a sus expectativas?
- ¿Qué situaciones o imprevistos fueron posibles de ser evitados o prevenidos?
- En este cuadro puede agregar impresiones que no son posibles de abordar a través de las preguntas anteriores y que crea valiosas en cuanto a la formación inicial docente y/o frente a los objetivos del laboratorio natural realizado.

Se utilizaron las ideas y conceptos más recurrentes plasmados en las respuestas posexperiencia. A la pregunta ¿cómo describirías el laboratorio natural desarrollado en la Araucanía Andina?, una estudiante señala: innovadora, significativa, sorprendente. Resumiendo, las y los futuros docentes destacan la belleza de la naturaleza en gran parte con nula intervención humana industrial, lugares de difícil acceso e incomparable belleza, las bellas rutas de alta montaña, la biodiversidad en las variaciones o fallas geográficas. Destacan la trascendencia y la marcada cultura mapuche en las construcciones sencillas, rústicas, donde el valor está en lo natural por sobre lo artificial. El valor del pueblo mapuche. Destacan los momentos de silencio y reflexión,

el trabajo en equipo, la tensión de algunos momentos donde el liderazgo de algunos se hace presente, y por sobre todo la oportunidad de ponerse a prueba en el plano personal frente a cada desafío de aprendizaje. Señalan que la actividad supera las expectativas en cuanto a tipos de aprendizaje, destacan la relación entre experiencia y aprendizaje, indican que el laboratorio aporta sentido a conceptos que tanto repetían sus maestros en clases, como por ejemplo, indagación, interpretación ambiental, toponimias, interculturalidad, interacciones de los seres vivos, composición del suelo, variaciones de la vida en el relieve, etc. Una estudiante señala que el vivir la experiencia con otros, aporta sentido, estar allí nos muestra una verdad sobre la vida de nuestro pueblo mapuche. Un estudiante comenta: “otros pueblos, con la cantidad de rocas y madera que allí existe, construirían castillos, llenarían de gente pequeños espacios, con esa falsa comodidad que existe en nuestras ciudades”. En conjunto destacan que los conceptos de inteligencia emocional e inteligencia ecológica revisado en segundo año de la carrera en el curso de teorías de aprendizajes, cobra un valor especial. Señalan que no es fácil habitar una cabaña de ocho personas por casi tres días, pasar horas en la ruta caminando o en bus, las emociones allí no son igual que en la sala de clases, y el contacto con las personas del lugar no es el mismo que con las personas que prestan servicio a diario en la universidad. Lo mismo ocurre con el concepto de ecología, indican que cobra sentido “ser parte de la naturaleza”, estando en un lugar donde somos como hormigas, pequeñas y frágiles. Lo que evitarían en este tipo de actividades es el estrés del grupo por situaciones de descoordinación, como no repartir a tiempo las colaciones, el agua, llevar la distribución de personas en las cabañas, en definitiva planificar también lo doméstico.

Los planteamientos de los estudiantes, posteriores a la experiencia, se transforman en el sustento de la reflexión didáctica y epistemológica, que aporta sentido a la discusión pedagógica sobre la importancia de la innovación en la práctica educativa. De esta forma los conocimientos de la biología y la educación ambiental se han contemplado y se han transmitido como un recetario de verdades y hechos cumplidos narrados históricamente (Quintanilla et al., 2010). Sin embargo, este tipo de enseñanza es considerado por Stenhouse (1987) como inferior, si se compara con aquellas que inducen al estudiante al conocimiento y la comprensión, fomentando el razonamiento hipotético, por confrontación y argumentación y propiciando un uso adecuado de las teorías (Quintanilla et al., 2010, p. 5). Esto refuerza la presente propuesta didáctica de laboratorio natural, ya que precisamente se planteó aquí la necesidad de utilizar la provocación como un catalizador de la experiencia, llevarlo a interrogar no solo la naturaleza científica (desde la ciencia occidental) de fenómenos en particular, sino, indagar la realidad de las ideas, de los lenguajes, culturas, realidades diversas del territorio en que observa o contempla con todo su ser, los diálogos constantes entre todos estos elementos de la sabiduría humana. Los autores Quintanilla, Daza, & Rubilar (2010) indican que la enseñanza de la biología y la educación ambiental requiere del uso de estrategias que faciliten la comprensión y el aprendizaje de conceptos contextualizados y basados en los modelos y teorías que le dieron origen. Mientras que en este capítulo concluimos que, a través de la experiencia del laboratorio natural, los modelos y teorías que dan origen al conocimiento, contextualizado, no se encuentra necesariamente en la cosmovisión de ciencia occidental presente en el currículum formal, tradicional. Por lo que se requiere revisar lo ancestral, la sabiduría territorial, en el caso chileno

presente en sus aún presentes pueblos originarios. Y así, mucho sentido adquiere la siguiente argumentación de Quintanilla, Daza, & Rubilar (2010), cuando suponen que

...este nuevo esquema requiere el desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamientos, o lo que se llama hacer ciencia escolar por lo que es necesario propiciar el surgimiento de habilidades experimentales para la resolución de problemas como visión superadora del método científico, desarrollar pensamiento crítico que posibilite opinar y tomar decisiones, analizar información, plantear dudas y detectar engaño (p. 6).

Compartimos entonces la reflexión propuesta por María Novo (2013) acerca de la nueva percepción del tema ambiental que se abre paso:

...los hombres y mujeres de nuestra época ya no pueden entenderse a sí mismos como el centro de un planeta que gobiernan a su antojo, pues se ha demostrado que ese planeta tiene en sí mismo su propia dinámica de funcionamiento, que mantiene un equilibrio sistémico, y que cualquier alteración notable o irreversible en una de sus partes repercute sobre todos los demás componentes del sistema (p. 6).

Es preocupante entonces que en las universidades de la región, aparte de no existir un tratamiento profundo de los contenidos que involucran la cultura mapuche (filosofía, espiritualidad, medicina, sistema de transmisión de saberes, economía, etc.), no existan asignaturas obligatorias concernientes a la cultura mapuche más ancestral y original para todas las carreras o especialidades existentes. Esta práctica podría permitir que los alumnos desde un principio cuenten con mayor acercamiento y conocimiento respecto de la misma y así, al egresar de sus carreras, posean herramientas que les permitan ejecutar algún trabajo con pertinencia cultural en comunidades mapuche de la región y fuera de ella (Marileo & Salas, 2011, p. 125).

En síntesis, ¿cuál es la relación hombre-naturaleza? Se hace necesario poner un énfasis en la mirada holística de las ciencias, donde sea posible relacionar los elementos tangibles del entorno (recursos naturales y todo elemento el cual pueda identificar con los sentidos), elementos intangibles (termodinámica, procesos químicos, transformaciones de la materia, entre otros) con la historia e interpretación de los territorios (conocimiento local tradicional). Los patrimonios natural y cultural son los componentes de una misma ecuación, que como resultado nos permite avanzar en el análisis de la relación y dependencia del hombre con la naturaleza. Parte de la construcción del conocimiento para el pueblo mapuche parte con la puesta en valor del conocimiento ancestral (*KuifiKimün*), el cual hace referencia al tipo de conocimiento adquirido y traspasado oralmente a las nuevas generaciones.

En el contexto educativo, este conocimiento legítimo, puede ser utilizado como puente o herramienta pedagógica que permita relacionar las interpretaciones y la comprensión de las ciencias en los contextos educativos chileno y mapuche. La ciencia y la tecnología son grandes empresas que tienen lugar en contextos específicos configurados por, y a su vez, configuradores

de valores humanos que se reflejan y refractan en las instituciones culturales, políticas y económicas (Cutcliffe cit. en Ortega, 2005, p. 17).

13.14 Conclusiones y proyecciones

La relación directa entre estudiante y patrimonio natural, en el contexto de un área silvestre protegida, la cual fomenta una política conservacionista que busca el desarrollo de la investigación, la comunicación y concientización a través de la educación e interpretación ambiental y el ecoturismo como promotor del desarrollo territorial, primero posiciona al estudiante en la calidad de visitante, por tanto, lo contextualiza y lo predispone a un tipo de conducta de acuerdo con las características ambientales. Es decir el entorno lo induce pasivamente a un comportamiento más proactivo y lo incentiva a una buena disposición al trabajo de campo, despertando su curiosidad natural por obtener más y nuevos recursos didácticos. Este interés y buena disposición son la base que permite aplicar elementos del método interpretativo, pues existe en ellos la intención de comprender, experimentar y participar de las actividades, no solo a través del análisis de la matriz ecológica o cultural, sino también por medio de la utilización de los sentidos y su posterior análisis reflexivo. Estas son estrategias que buscan la provocación, que busca relacionar al individuo con su entorno, pero además un contenido con los sentidos. Por tanto, la aplicación del método interpretativo brinda una propuesta a la didáctica de las ciencias experimentales al ofrecer estrategias de comunicación que facilitan el traspaso de conocimientos por medio del uso de los sentidos y la toma de conciencia, fomentando cambios de actitud productos de un aprendizaje profundo en el contexto de una experiencia significativa en un laboratorio natural.

Desde los resultados del taller de expectativas se puede inferir que existen grandes similitudes de demandas y necesidades entre la UCM y sus estudiantes; demandas que buscan profundizar en los conocimientos sobre ciencias naturales orientados desde los nuevos estándares pedagógicos y disciplinares emanados del Mineduc (2011), y necesidades de abordar nuevos métodos y recursos didácticos desde la FID, para atender las necesidades de los escolares de educación básica inmersos en matices de multiculturalidad y vulnerabilidad presente en sus territorios y comunidades.

El desarrollo de las metodologías aplicadas en esta experiencia se transforma en un aporte significativo a la formación de los futuros docentes, quienes evidenciando de primera mano la posibilidad de utilizar recursos didácticos para el logro de los resultados de aprendizajes, esta vez centrados en el análisis de dos cosmovisiones que dialogan entre sí. Así la implementación del taller de expectativas contribuyó a elaborar un perfil del grupo de estudiantes asistentes, identificar sus necesidades y demandas, pero también sus anhelos y su ímpetu vigoroso por poner en valor la vocación docente. Mientras que el análisis de taller de percepción y evaluación de la experiencia muestra que en el grupo afloran criterios comunes, un perfil del grupo que no solo buscó satisfacer las expectativas de contenidos y estrategias aplicables en la gira y replicables en el aula, sino que también proyectan su reflexión crítica sobre los aspectos relevantes de deberes y saberes en la FID y la responsabilidad social que conlleva formar académicamente a las nuevas generaciones. Este pensamiento crítico les llevó a identificar

diferencias entre el ideal pedagógico y la práctica; entre su perfil de egreso y los métodos de enseñanza centrados en pruebas estandarizadas que fomenta el actual sistema educativo; y dicotomías entre forma de vivir y concebir lo natural, aquí incluso desde la autocrítica.

Si algo se ha evidenciado en el transcurso de estos años de implementación del laboratorio natural, es que las actividades en contacto pleno con nuestros patrimonios (natural y cultural) promueven el diálogo y equilibran las miradas entre dos paradigmas. Primero la ciencia occidental y el método científico global e históricamente implementado y validado; y segundo, el conocimiento de las ciencias que pertenece a los pueblos originarios, que con base en la observación y al análisis constante de los eventos de la naturaleza genera conocimiento científico, en un lenguaje no científico y transmitido de generación en generación a través de la oralidad. Es importante entonces destacar que al integrar la naturaleza y conocimiento ancestral mapuche (Kuifikimün) como estrategia para la aplicación de contenidos y creación de espacios recreativos-contemplativos en los sistemas educativos formales, conllevaría innumerables beneficios en el ámbito físico, mental y ambiental, pero además, sería un aporte importante en la efectividad de los procesos de aprendizaje y una eficaz herramienta en la FID. Por tanto, la implementación de esta estrategia pedagógica, que promueve el diálogo entre paradigmas debiese ser impulsada y discutida por el aún en formación nuevo sistema educacional chileno, bajo el principio de aceptación de la diversidad cultural y territorial, promotor de las interpretaciones locales, la comprensión del entorno y los métodos asociados a comprender la ciencia en los diferentes contextos educativos. Aceptando la diversidad de pensamiento y comprensión del universo dentro y fuera del aula de clases reforzamos valores familiares y comunitarios como el respeto por nuestro entorno, la identidad cultural y territorial, se fomenta a la tolerancia y al principio de aceptación y buena convivencia.

La implementación de un laboratorio natural en la Araucanía Andina como recurso didáctico de las ciencias naturales y culturales se transforma en una herramienta pedagógica vivencial que aporta notables contribuciones a la formación inicial docente, lo que queda en evidencia en párrafos anteriores y los diferentes apartados de este capítulo.

Dentro de los principales desafíos se encuentra la planificación del itinerario, la colaboración interinstitucional y la movilización de capital humano avanzado en función de la experiencia. Otro desafío se encuentra en la compenetración directa que se debe generar entre los beneficiarios, lo cual no se define con liviandad, pensando solo en los docentes en formación, sino que debemos ser minuciosos al identificar a todos los actores beneficiarios, a las autoridades universitarias que participan en el debate inicial y la toma de decisiones, académicos y profesionales que participan directamente del diseño y ejecución de una innovación didáctica, y personas de la comunidad presente en la ruta y que interactúan directamente con las docentes en formación, académicos y profesionales que visitan el territorio. Todos estos actores o beneficiarios experimentan en mayor o menor medida los efectos de la transformación dialógica del pensamiento.

Finalmente, las proyecciones de esta iniciativa radican en mantener viva la esperanza de un mundo más inclusivo, atento a respetar lo diverso, lo multicultural e intercultural que se experimenta a diario en los territorios compuestos por una vasta biodiversidad y por culturas

cada vez más intra e interconectadas. Rescatar el saber original presente en cada territorio nos insta a una defensa más allá de la utopía y el romanticismo que algunos críticos por ejemplo de la descolonización suponen como obstáculo en el desarrollo de una ciencia moderna futurista. No entraremos en detalles, he aquí nuestro desafío, aportar mayor evidencia a favor del rescate del saber ancestral, del saber científico de la gente de la tierra en cada rincón del planeta. El sujeto que asume el rol de enseñar ciencias en el nuevo milenio debe ser consciente de que el saber no proviene de sujetos en singular, sino de comunidades en plural y desde los orígenes del hombre como especie.

Agradecimientos

El trabajo descrito en el presente capítulo requiere de voluntades dispuestas a superar diversos obstáculos para innovar en aspectos formativos, especialmente en materializar y hacer realidad la coordinación fraterna entre instituciones y disciplinas. Los autores destacan y agradecen el apoyo desinteresado en diferentes etapas a todas las personas que hicieron realidad este trabajo, entre ellos: Dr. Rodrigo Vargas Vitoria, Decano de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UC del Maule; señores Eleodoro Gutiérrez Ibáñez y Nolberto Arias Silva, Guardaparques del Programa de Educación e Interpretación Ambiental del Parque Nacional Conguillío en CONAF Región de la Araucanía; señores Nualik Burucker Bowen y Anthony Mella Riffo, líderes del Proyecto Sendas Conguillío; Sr. Patricio Pirul Carrera, Director Escuela Domingo Camargo y Sr. Joaquín Meliñir Huaiquillán del Lof Quinquén, ambos hermanos mapuche de la comuna de Lonquimay. También a quienes colaboraron directamente en la ejecución del Laboratorio Natural, por sus aportes intelectuales y constante colaboración logística a los académicos Dr. Cristián Aguilar Correa y Mg. Boris Van Dorsee Reyes del Departamento de Formación Inicial Escolar y Escuela de Pedagogía en Educación General Básica, junto a la delegada de ingreso 2014 Srta. María Jesús Pezoa Chávez. Un especial agradecimiento a quienes colaboraron en el proceso de revisión y precisión de ideas plasmadas en este capítulo, Lic. Paula Cantarutti Vicencio Administrador en Ecoturismo y Lic. Brenda Buscaglione Delgado Biólogo en Gestión de Recursos Naturales e Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, motor y corazón del equipo Al Aire Libre Chile.

Referencias

- AIP. (2006). Boletín de Interpretación N°14. *Asociación para la Interpretación del Patrimonio*. España. Recuperado de <http://www.interpretaciondelpatrimonio.com/boletin/index.php/boletin/article/view/188/188>
- Bengoa, J. (1992). *Quinquén Cien años de Historia Pehuenche*. Chile: Ediciones Chile América CESOC. Recuperado de <http://www.memoriachilena.cl/archivos2/pdfs/MC0027384.pdf>
- Conaf. (2004). *Plan de Manejo del Parque Nacional Conguillío*. Documento de Trabajo N°450. Chile: Corporación Nacional Forestal.
- Del Solar, M. (2003). *Elaboración de un plan de interpretación ambiental sobre flores nativas en el valle de trancas* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile. Recuperado de http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1382465952PNConguillio.pdf
- Guiñez, B. & Sánchez, P. (2004). *Informe línea de base fauna silvestre para el plan de manejo del Parque Nacional Conguillío*. Artículo no publicado. Temuco, Chile.

- Ham, S. (1992). *Interpretación Ambiental. Una guía práctica para gente con grandes ideas y presupuestos pequeños*. Colorado, Estados Unidos: Editor Folcrum.
- Inaipil, C. (2012). *Elementos de Interpretación Ambiental como aporte al Programa de Educación Ambiental del Parque Nacional Conguillío* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile.
- Kuhn, T. (1996). *La estructura de las revoluciones científicas*. Santiago, Chile: Fondo de Cultura Económica.
- Lazo, A. (2009). *Ecoturismo y Educación Ambiental*. Santiago, Chile. Recuperado de http://www.trekkingchile.com/download/cursos/m171_interpretacinambientalv2009.pdf
- Marileo, A. y Salas, R. (2011). Filosofía Occidental y Filosofía Mapuche: Iniciando un diálogo. *Revista_ISEES*, 9, 119-138. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3777538>
- Ministerio de Educación. (2014). *El arte mueve la educación*. Santiago, Chile: Mineduc.
- Ministerio de Educación.(2011). *Estándares orientadores para egresados de carreras de pedagogía en educación básica*. Santiago, Chile: Mineduc.
- Mora, Z. (2016). *Diccionario mapuche ZUNGUN palabras que brotan de la Tierra*. Santiago, Chile: Uqbar Editores.
- Mora, Z. (2001). *Filosofía Mapuche, palabras arcaicas para despertar el Ser*. Concepción, Chile: Editorial Kushe.
- Ministerio y Secretaría general de la Presidencia. (2010). Ley 19.300. Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y sus modificaciones. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile.
- Novo, M. (2013). *Educación Ambiental*. Madrid, España: Editorial Universitas S. A.
- Ñanculef, J. (2001). Wetxipantu – Wetxipanantu – Wiñoltxipantu, el regreso del sol, “El solsticio de invierno”; El año nuevo de los pueblos indígenas en el cono sur de america, el encuentro con la naturaleza. Registro de propiedad intelectual N°181084-2001.
- Quilaqueo, D., Fernández, C., & Quintriqueo, S. (Eds.). (2010). Interculturalidad en el contexto mapuche. Argentina: Ed. Universidad Nacional de Comahue. Recuperado de <http://milenio.uct.cl/wp-content/uploads/2014/06/interculturalidad-en-contexto-mapuche-final-30-09.pdf>
- Quintanilla, M., Daza, S. & Rubilar, C. (2010). *Unidades didácticas en biología y educación ambiental. Impreso en Barrancabermeja*. Santander, Colombia.
- Quintriqueo, S., Quilaqueo, D., & Torres, H. (2014). Contribución para la enseñanza de las ciencias naturales: saber mapuche y escolar. *Educ. Pesqui, Sao Paulo*,40(4), 965-982. Recuperado de http://www.scielo.br/pdf/ep/v40n4/es_aop1357.pdf
- Quintriqueo, S. Torres, H. (2012). Distancia entre el conocimiento mapuche y el conocimiento escolar en contexto mapuche. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 14(1), 16-33. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol14no1/contenido-quintriqueotorres.html>
- SAM. (2005). *Manual de Interpretación Ambiental en las Áreas Protegidas en la región del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM)*. Proyecto para la conservación y uso sostenible del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Documento técnico #25. Recuperado de <http://es.slideshare.net/urania31k/3263484manualdeinterpretacionambientalenareasprotegidasdelaregiondelsistemaarrecifalmesoamericano>
- SS Francisco. (2015). *Carta Encíclica Laudato si'*. Ciudad del Vaticano, Vaticano: Editrice vaticana.
- Tilden, F. (1957). *Interpreting Our Heritage* (3ª Ed.). United States of America: The University of North Carolina Press. Recuperado de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache%3AutjqSHnI1XwJ%3Axa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F14254433%2F369581555%2Fname%2FInterpreting_Our_Heritage__Chapel_Hill_Books_.pdf%20&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=cl

Universitas Nueva Civilización. (2015, Octubre 26). Entrevista a Gastón Soubllette, parte III: La Cultura Mapuche [archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=N27LAd906yM&t=45s>

Los autores y autoras

AZUCENA ARIAS CORREA



Maestra, licenciada en Ciencias de la Educación, licenciada en Psicología, doctora por la Universidad de Vigo en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Profesora asociada en la Universidad de Vigo. Departamento de Didácticas Especiales. Área de Ciencias Experimentales.

Sus líneas de investigación se relacionan con la didáctica de las ciencias experimentales, la metodología de proyectos, la igualdad de género, el aprendizaje cooperativo y los instrumentos de evaluación.

Pertenece al Grupo de Investigación CIES.

JOSÉ RAFAEL ARRIETA VERGARA



Ingeniero agrónomo de la Universidad de Córdoba, especialista en docencia universitaria de la Universidad Industrial de Santander, magíster en ciencia de la educación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

Docente tiempo completo Instituto Universitario de la Paz, UNIPAZ, director del grupo de investigación en cultivos tropicales y enseñanza de las ciencias, INYUBA y miembro del Grupo de investigación de Representaciones conceptuales IREC de la Universidad Pedagógica Nacional.

Es coautor de libros, capítulos de libros y artículos en revistas a nivel nacional e internacional. Miembro de la Red Latinoamericana en didáctica de las ciencias naturales. Colaborador y asesor permanente al Laboratorio de Investigación en didáctica de las Ciencias (G.R.E.C.I.A) y la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Bellaterra). Email: arrietavergara@gmail.com

MARÍA M. ÁLVAREZ-LIRES



Licenciada en Química por la Universidad de Santiago de Compostela, doctora en química por la Universidad de Vigo, posgrado en Responsables de Coeducación por la Universitat de Barcelona. Profesora de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Vigo (España).

Codirectora del Grupo de Investigación Interdisciplinar CIES.

Vicepresidenta del Seminario Interdisciplinar de Estudios de Género de la Universidad de Vigo. Formó parte de la Unidad Mujer y Ciencia (Comisión de Educación) del Parlamento de Galicia. Fue coordinadora para Galicia del Proyecto TENET de la UE de formación del profesorado en coeducación. Actualmente, forma parte de la Comisión Ciencia, Naturaleza y Sociedad del Consello da Cultura Galega.

Líneas de investigación: Didáctica de las Ciencias Experimentales, Historia y enseñanza de las ciencias, Ciencia, tecnología y género, Educación y género, Formación del Profesorado de Ciencias, Educación para la Sustentabilidad.

XABIER ÁLVAREZ-LIRES



Licenciado, graduado en Psicología por la Universidad de Santiago de Compostela

Doctor en Psicología por la Universidad de Valladolid

Profesor asociado del Departamento de Psicología Evolutiva y Comunicación, Área de Psicología evolutiva y de la educación. Sus líneas de investigación son psicología, género y educación, dificultades de aprendizaje, innovación educativa y género.

Pertenece al Grupo de Investigación CIES de la Universidad de Vigo.

TIAGO BODÊ



Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad Estatal Paulista (UNESP), y actual estudiante de maestría en Educación de la Universidad de Sao Paulo (USP). Fue estudiante del Programa de Educación Tutorial del Ministerio de Educación (PET / MEC / Sesu); Becario de la Pro-Rectoría de Extensión – PROEX; Aprendiz del Programa Internacional *Association for the Exchange of Students for Technical Experience (IAESTE)* en la *Escuela de Biociencias* de la

Universidad de Birmingham – UK; Becario de investigación científica por la *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP*, trabajando en enfoques innovadores para la educación, con énfasis en los juegos digitales. Participa en el *Laboratorio de Pesquisa y Enseñanza de la Física (LAPEF - FEUSP)*, coordinado por la Dra. Anna Maria Pessoa de Carvalho, y también es miembro integral del Centro de Innovación para la Investigación en Enseñanza de las Ciencias (NAPIEC) y el Centro de Investigación para la Innovación Curricular (NUPIC), coordinado por el Dr. Mauricio Pietrocola. Con el apoyo del Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Brasil – CNPQ, es investigador en el campo de la Educación, principalmente en estrategias innovadoras en Enseñanza de las Ciencias, con énfasis en los fundamentos epistemológicos de juegos digitales y principios de diseño instruccional. Ha trabajado durante 12 años en la educación básica, en calidad de profesor en escuelas de gran vulnerabilidad social, cursos de preparación universitaria de la comunidad, centros de educación popular públicas y colegios privados de primaria, secundaria y técnica. Campo de interés: Prácticas innovadoras en la enseñanza de las ciencias, con el énfasis en Juegos sociocientíficos e ambientes de vulnerabilidad social.

LEONOR BONAN



Profesora de Enseñanza Media y Superior en Ciencias Físicas y doctora en Ciencias Geológicas (Área: Didáctica), egresada de la FCEN, UBA, donde se desempeña como profesora adjunta (regular, dedicación exclusiva) enseñando, desde 1996 las materias Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza de Ciencias Naturales. Se ha desempeñado como profesora de cursos de diferentes universidades e instituciones como INFD, FLACSO, el Ministerio de Educación de la Nación, Prociencia CONICET, entre otras. Ha sido Directora Adjunta del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias CEFIEC, entre 2011 y 2013. Se desempeñó como asesora didáctica del Programa UBATIC de la FCEN-UBA, del Depto. de Geología de la Universidad Nacional de Río Cuarto, la Fundación YPF y del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y de los Océanos, FCEN, UBA, entre otras instituciones. Ha publicado trabajos en revistas nacionales e internacionales relacionadas con la investigación en didáctica de las ciencias naturales, la educación ambiental y la formación docente, y libros y capítulos de libro. Actualmente, dirige el Proyecto UBACyT Formación e investigación en Educación Ambiental. Desde 1995 ha integrado diferentes equipos de investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, de manera continuada en la UBA-FCEN-CEFIEC, en el Ministerio de Educación de la Nación, en la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación entre otras instituciones. También es asesora de UNESCO en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra a nivel regional.

ANTONIA CANDELA



Con grado y estudios de posgrado en Física en la UNAM realizó maestría y doctorado en ciencias en la especialidad de Investigaciones Educativas en el Cinvestav. Desde finales de los 70 ha trabajado simultáneamente en el desarrollo curricular de proyectos nacionales para la enseñanza de ciencias naturales y en investigación educativa básica. Su línea de investigación en la enseñanza de la ciencia en el aula articula un enfoque etnográfico y sociocultural con análisis del discurso desde una perspectiva etnometodológica y de sociología del conocimiento científico. Como producto del trabajo de investigación ha publicado numerosos capítulos y artículos en revistas arbitradas de prestigio internacional y cuatro libros, uno de ellos: La ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso en Paidós. Ha sido autora de 32 textos oficiales de ciencias naturales de la Secretaría de Educación Pública como parte de diversos programas de enseñanza básica. Entre los más importantes están los Libros de Texto de Ciencias Naturales de La Reforma Educativa de los 70, vigentes nacionalmente por 25 años, los programas de ciencias Primaria 9-14 para alumnos extraedad, Ciencia y Tecnología del PACAEP y todos los materiales de ciencias del programa para cursos comunitarios Dialogar y Descubrir que ha sido considerado como uno de los mejores programas de educación rural de América Latina. Recientemente desarrolló el programa de Física para el Bachillerato bilingüe intercultural de la SEP.

SILVIO FERNANDO DAZA ROSALES



Licenciado en Ciencias de la Educación en Biología y Química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Industrial de Santander (UIS), Adelantó estudios de Doctorado en el periodo del 96 al 98 en Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Valencia (UV), España. Magíster en ciencias de la educación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB). Profesor en la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de La Paz (UNIPAZ) y de la Institución Educativa del colegio Diego Hernández de Gallegos (DHG). Miembro de los grupo investigación de cultivos tropicales y enseñanza de las ciencias INYUBA de UNIPAZ y el de Representaciones conceptuales IREC de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Es coautor de libros, capítulos de libros y artículos en revistas a nivel nacional e internacional. Miembro de la Red Latinoamericana en didáctica de las ciencias naturales. Colaborador y asesor permanente al Laboratorio de Investigación en didáctica de las Ciencias (G.R.E.C.I.A) y la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Bellaterra). Email: biosidaza52@hotmail.com

LAÍSA MARÍA FREIRE DOS SANTOS



Licenciada en Ciencias Biológicas por la Universidad Federal de Río de Janeiro (2001), magíster en Ciencias de la Escuela Nacional de Salud Pública-Fundación Oswaldo Cruz (2004) y Doctorado en Educación en Ciencias y Salud-NUTES / UFRJ (2010). Pasantía de doctorado en la Universidad Autónoma de Barcelona - Cataluña (2009). Es profesora en la Universidad Federal de Río de Janeiro y trabaja en el Instituto de Biología, Departamento de Ecología y es profesora en los Programas de Postgrado en Educación en Ciencias y Salud (NUTES/UFRJ) y en el de Ciencias Ambientales y Conservación (NUPEM / UFRJ). Sus líneas de investigación están relacionadas con educación ambiental y los procesos de formación de docentes, la enseñanza de la ecología, la gestión ambiental. Desarrolla proyectos de investigación utilizando el análisis crítico del discurso como referente teórico-metodológico. Trabaja en la interfaz comunidad escuela a través de actividades de investigación y de extensión universitaria en la formación docente en ciencias y biología.

SAMA DE FREITAS JULIANI



Licenciada en Ciencias Biológicas por Universidad Federal do Rio de Janeiro (2007), especialista en Enseñanza de las ciencias (Instituto Federal de Ciencia e Tecnología do Rio de Janeiro, 2012) y magíster en Educación en Ciencias y Salud (NUTES/UFRJ, 2016). Actualmente trabaja como tutora a distancia del Centro de Educación a Distancia del Estado de Rio de Janeiro (CEDERJ). Investiga en el área de Formación de profesores en la interfaz entre educación en ciencias y educación Ambiental.

ALEJANDRA GARCÍA FRANCO



Ingeniera química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Estudió la maestría y el doctorado en Pedagogía en la Facultad de Filosofía y Letras de la misma Universidad. Su investigación ha girado en torno a los procesos de aprendizaje y enseñanza de la química, así como en la enseñanza basada en los modelos y el modelaje. Ha trabajado en el ámbito de la interculturalidad, particularmente en comunidades de pueblos originarios en la región Montaña del Estado de Guerrero y en los Altos de Chiapas. Su trabajo gira alrededor de la domesticación del maíz como una fuente de saberes en las comunidades y su interés radica principalmente en incorporar los saberes locales a la escuela para establecer diálogos de conocimientos.

ÁLVARO GARCÍA MARTÍNEZ



Licenciado en Química (Universidad Distrital Francisco José de Caldas), magíster en Docencia de la Química (Universidad Pedagógica Nacional), magíster en Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universidad Autónoma de Barcelona) y doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universidad Autónoma de Barcelona).

Actualmente se desempeña como director y profesor del Doctorado Interinstitucional en Educación, DIE-UD, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ha desarrollado investigaciones con recursos de financiamiento externo, entre ellas; Unión Europea (ALFA, ERASMUS +), CONICYT (Chile), COLCIENCIAS, IDEP y Secretaría de Educación de Bogotá. Es Miembro fundador del Grupo de Investigación en Didáctica de la Química, DIDAQUIM, Director del Grupo de Investigación en Educación en Ciencias Experimentales, GREECE, y Miembro de la Red Latinoamericana de Investigadores en Didáctica de las Ciencias. Es autor de publicaciones (artículos, capítulos de libros y libros) en Didáctica de las Ciencias en las siguientes líneas: Relaciones entre historia, filosofía y enseñanza de las ciencias, evaluación, diseño curricular, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, TIC y enseñanza de las ciencias, y formación de profesores. Es referi de revistas ISI, SCOPUS y SCIELO. Ha sido evaluador de Colciencias y de eventos internacionales en educación.

ALMA ADRIANNA GÓMEZ GALINDO



Profesora investigadora del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, CINVESTAV (Unidad Monterrey) México. Es maestra de Jardín de Niños por la Escuela Nacional de Maestras de Jardines de Niños, máster en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona.

Posee experiencia en investigación cualitativa sobre enseñanza – aprendizaje de la biología, interculturalidad y ciudadanía. Trabajos basados en modelización y temas complejos, específicamente uso de representaciones y analogías, diseño y análisis de actividades de

innovación. Sus principales líneas de investigación son: Enseñanza de la biología, interculturalidad y ciudadanía, Modelización, representaciones y analogías y Desarrollo y análisis de actividades de innovación para temas complejos.

Actualmente participa en los proyectos REDES 150107 y AKA EDU/ 03.

LEONARDO GONZÁLEZ GALLI



Dr. en Ciencias Biológicas y profesor de enseñanza media y superior en biología por la Universidad de Buenos Aires. Realizó su tesis doctoral sobre obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. Actualmente se desempeña como investigador asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicet) y como profesor adjunto en el Profesorado de Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y

Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Es parte del Grupo de Didáctica de la Biología (CeFIEC, FCEN, UBA) dirigido por la Dra. Elsa Meinardi. También dicta clases en la Escuela Argentina de Naturalistas (perteneciente a la ONG ambientalista Aves Argentinas / Asociación Ornitológica del Plata), institución de la que fue director durante el período 2011-2015. Su actual línea de investigación se centra en los problemas para el aprendizaje y la enseñanza de los modelos de la biología evolutiva, tema sobre el que ha publicado numerosos artículos en revistas especializadas y capítulos de libros, ha dictado conferencias y cursos de formación docente.

RUBINSTEN HERNÁNDEZ BARBOSA



Culminó estudios de Licenciatura en Química y Biología en la Universidad INCCA de Colombia. Realizó estudios de Maestría en Biología en la Pontificia Universidad Javeriana y de Especialización en Pedagogía de Proyectos; Candidato a Doctor en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. A lo largo de su ejercicio docente ha participado en seminarios y congresos con énfasis en educación y pedagogía. Destaca el papel de los docentes en los últimos años, ya que han tenido que superar la barrera de los

conocimientos particulares y academicistas para abordar la complejidad del fenómeno educativo en todas sus dimensiones. En ese sentido, considera que el docente debe dejar de ser un consumidor pasivo de teorías pedagógicas, antropológicas, psicológicas o sociológicas, para convertirse en agente activo en el análisis, en la reflexión y en el planteamiento de soluciones a los problemas que a diario se viven en el espacio escolar, teniendo como base los resultados de los procesos investigativos contextuales. Actualmente se desempeña como docente de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Colombia y docente catedrático de la Universidad Distrital.

CARLOS ALBERTO INAIPIL ZÚÑIGA



Profesional Mapuche, biólogo en Gestión de Recursos Naturales e ingeniero en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Católica de Temuco (UCT). Director de Proyectos en Al Aire Libre Chile Consultores, director de Corporación Fomenta, docente part time Facultad de Recursos Naturales UCT, miembro investigador del Grupo de Reflexión y Acción en Didáctica de las Ciencias Experimentales RADICE de la Universidad Católica del Maule (UCM). Es coautor de artículos en revistas a nivel nacional e internacional.

Email: carlos.inaipil@gmail.com

ÁNGEL D. LÓPEZ-MOTA



Realizó estudios de doctorado en el Institute of Education de la University of London, obteniendo su grado en 1991 con la tesis *Problems of Defining and Eliciting 'Scientific Processes' with Practical Tasks for Primary School Children*.

Es profesor de la Universidad Pedagógica Nacional – México desde 1981 y cuenta actualmente con el nivel de titular. En su trayectoria académico-administrativa dentro de esta institución ha formado un grupo de investigación (“Educación en Ciencias”, EDUCIEN), ha sido su líder y llegado a ser Coordinador de Posgrado en ella. En el ámbito académico está centrado en el uso de modelos y modelización en secuencias didácticas de ciencias. Y es asistente constante de congresos como ESERA, Enseñanza de la Ciencia y REDLAD. Su reconocimiento más importante en su trayectoria académica es formar parte del Sistema Nacional de Investigadores del CONACyT por quince años ininterrumpidos.

DULCE MARÍA LÓPEZ VALENTÍN



Química farmacéutica bióloga por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México y doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad de Valencia, España. Es miembro activo de: Sistema Nacional de Investigadores (SNI-1), Perfil PRODEP (SEP), Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE), Red de Investigación e Innovación en Educación del Noreste de México (REDIEN), International Network of Latin American Research Centres Science and Technology

Education (REDLAT), European Science Education Research Association (ESERA) y de la Academia Mexicana de Profesores de Ciencias Naturales (AMPCN). Se desempeña en la Universidad Pedagógica Nacional como: a) Profesora-Investigadora de la Lic. en Psicología Educativa, Maestría en Desarrollo Educativo y en el Doctorado en Educación; b) Responsable de la Línea de Educación en Ciencias en el Doctorado en Educación.

Sus principales líneas de investigación son: a) Enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales con énfasis en química y biología, b) La experimentación en las ciencias naturales (aula y/o laboratorio) y, c) Historia y epistemología de conceptos científicos.

MARÍA A. LORENZO RIAL



Graduada en Educación Primaria, máster en Necesidades Específicas de Apoyo. Doctoranda del Programa Interuniversitario en Equidad e Innovación en Educación. Profesora invitada del Departamento de Didácticas Especiales. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Líneas de investigación: Innovación en materiales curriculares, Educación para la Sustentabilidad. Pertenece al Grupo de investigación CIES, Universidad de Vigo.

FELIPE JACOB MARÍN ISAMIT



Académico de la UC del Maule, Facultad de Ciencias de la Educación, adscrito al Departamento de Formación Inicial Escolar. Profesor de Educación General Básica, magíster en Educación de las Ciencias, mención Química. Especialista en Formación Inicial y Continua del Profesorado, con amplia experiencia en diseño y dirección de proyectos de valoración del Programa EXPLORA de CONICYT y otras instancias de financiamiento público y privado.

Miembro del Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales GRECIA UC y de la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias BellaTerra, además de la Red Latinoamericana en Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Cursó sus estudios de doctorado en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, siendo becario del proyecto AKA EDU/03 dirigido por el Dr. Mario Quintanilla Gatica. Actualmente, es Coordinador General del grupo de Reflexión y Acción en Didáctica de las Ciencias Experimentales *RAD/CE* de la Universidad Católica del Maule (UCM). Siendo autor y co-autor de artículos presentados en revistas y congresos de carácter nacional e internacional. Email: fmarin@ucm.cl

MARIA ANGÉLICA MEJÍA CÁRCERES



Estudiante de Doctorado en Educación en Ciencias y Salud (NUTES/UFRJ), magíster en Educación énfasis enseñanza de las ciencias (2014, UV), especialista en Gerencia Social (2016, PUC) y Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (2009, UV). Ha sido profesora de la Universidad del Valle sede Meléndez (Cali) y sede Pacífico (Buenaventura), así como de la Universidad Autónoma de Occidente y la

Universidad Santiago de Cali. Ha participado en diferentes eventos de educación en ciencias y educación ambiental a nivel internacional, al igual que en varios proyectos de los grupos de investigación: Ciencias, Acciones y Creencias UPN-UV; Ciencia, Educación y Diversidad, ambos de la Universidad del Valle en Cali- Colombia, y del Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental e Educação em Ciências de la Universidad Federal de Rio de Janeiro (UFRJ).

DON METZ



Was a Professor (retired) in the Faculty of Education at the University of Winnipeg (UW). Don currently maintains Senior Scholar status at the UW and continues to pursue a variety of activities to support science and mathematics education. Don holds a BSc in Physics, and a MEd and PhD in Science Education. He taught physics, mathematics and general science at the high school level for twenty years before completing his PhD and moving into the Faculty of Education at the University of Winnipeg. He has been extensively involved with curriculum development in Manitoba as the principal writer of the Manitoba Physics program and as author of several teaching resources including IN MOTION and TEACHING ELECTROSTATICS. He has been very active in the professional development of in-service teachers for many years. Don has presented at numerous conferences and published papers in a wide variety of education journals including the Teacher Education Journal, Science Education, Science & Education, The Physics Teacher, The Mathematics Teacher and the Canadian Journal of Environmental Education. His current interests include student generated questions and academic engagement in science, contextual teaching, the use of historical narratives and the interrupted story form, sustainability, and international practicum for pre-service teachers. Don coordinated the Post-Baccalaureate program in Education for Sustainability and special programs for student teachers at the Inner City Science Center located in Niji Mahkwa School in Winnipeg, and at the Colegio Ambientalista in Pedrogoso, Costa Rica. Don also mentored the student group Tomorrow's Educators Building Learning Opportunities (TEBLO) who raised over \$27 000 and built a school in Nicaragua in 2013. When he is not working Don enjoys an active life with his family in Salmon Arm, British Columbia, Canada.

JOSEFINA VIOLETA MORALES PAYÁN



Magíster en Ciencias para Docentes, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), Licenciada en Química (UNPHU). Postgrado Enseñanza de la Química, Colegio y Universidad Buenos Aires (UBA) Argentina.

Consultora en Ciencias de la Naturaleza Dirección General de Currículo, Vice-ministerio Asuntos Técnicos y Pedagógicos, Ministerio de Educación Republica Dominicana.

Profesora química, UNPHU, Santo Domingo, profesora química, Universidad Iberoamericana, UNIBE, Santo Domingo.

Desarrolló el currículo dominicano en Ciencias de la Naturaleza, Nivel Primario y Secundario, es Coordinadora Equipo de Química, Dirección General de Currículo, Ministerio de Educación, MINERD y Formadora de formadores a docentes de ciencias.

Es miembro de la Asociación Dominicana de Química (AQD), Santo Domingo, Asociación Ex alumnos Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña y del Laboratorio de Investigación en didáctica de las Ciencias (G.R.E.C.I.A).

Contacto: Josefina.morlaes@miner.d.gob.do, violetaster@gmail.com

LESLY GUADALUPE MORALES SÁNCHEZ



Educadora especial en el área de Lenguaje y Comunicación formada en la Escuela Normal de Especialización de la Ciudad de México, Maestra en Desarrollo Educativo por la Universidad Pedagógica Nacional (México). Con formación en Lengua de Señas Mexicana.

Se ha desempeñado como profesora de Educación Especial en Centro de Atención Múltiple así como en escuela regular en el sector público. Interesada en las problemáticas educativas de la comunidad Silente.

JOHANNA REY



Es profesora de educación básica en la Secretaría de Educación Pública de Bogotá, Colombia. La Dra. Rey tiene una licenciatura en Educación para la Infancia, una maestría en Educación con especialidad en enseñanza del lenguaje, un doctorado en investigación educativa con especialidad en análisis del discurso y etnografía en enseñanza de las ciencias, y cuenta con una estancia posdoctoral en investigación educativa con especialidad en educación científica intercultural. Tiene experiencia en la realización de

proyectos de investigación en formación docente y uso de las TIC, nuevas alfabetizaciones con estudiantes de escuelas primarias y población adulta, construcción social del conocimiento científico escolar y enseñanza de conocimientos indígenas y afrocolombianos en clases de ciencias.

DIANA PATRICIA RODRÍGUEZ PINEDA



Licenciada en Física, Magister en Docencia de la Física, cuenta con estudios de Estudios de Maestría en Filosofía con énfasis en Epistemología y Doctora en Educación. También cuenta con tres Diplomados: Diplomado en “Gestión Universitaria”, Diplomado en “Desarrollo e Innovación de la Práctica Docente” y Diplomado en Habilidades Directivas.

Es Profesora Titular del Cuerpo Académico de Educación en Ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional de México, del cual actualmente es la responsable, profesora de la Licenciatura en Psicología Educativa, en la cual ha participado desde 2009 en el diseño e impartición de cursos de la Línea Metodológica. En el Posgrado de la misma Universidad, es profesora en la Línea de Educación en Ciencias de la Maestría en Desarrollo Educativo y del Doctorado en Educación y actualmente es la Coordinadora del Doctorado en Educación.

Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) desde el 2008 y cuenta con el reconocimiento de perfil PRODEP de la Secretaría de Educación Pública.

Líneas de investigación y publicaciones, sobre: Representaciones mentales de los sujetos: epistemológicas, de aprendizaje y evaluación; Formación de profesores de ciencias en contextos multiculturales; Diseño y desarrollo curricular desde los modelos y la modelización; Ambientes

de aprendizaje, contextos multiculturales y gestión escolar en el aula. Ha dirigido tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado en las temáticas antes mencionadas.

Contacto: dpineda@upn.mx; bogota65@gmail.com

ANA PALOMERO RUÍZ



Diplomada en Magisterio en Educación Infantil, Universidad Complutense de Madrid, UCM (España). Licenciada en Psicopedagogía, Universidad Autónoma de Madrid, UAM (España). Máster en educación ambiental, Universidad de Almería, UA (España).

Desarrolló actividades educativas en el Colegio Ítaca, de educación activa Infantil y Primaria. Ha participado en el proyecto socioambiental "Los almendros está caminando" con la Asociación de mujeres gitanas

Camelamos Naquerar y la Escuela infantil Los Almendros. Email: ana.p.rui@gmail.com

JOSÉ DE LA CRUZ TORRES FRÍAS



PhD in Education, and is currently a postdoctoral fellow in didactics of science in the Center for Research and Advanced Studies (Cinvestav) of the Polytechnic Institute Nacional-Unidad Monterrey, Mexico. Is a member of the National System of Researchers in Mexico. Current lines of research: 1) training for research in higher education and postgraduate courses, 2) In-service science teachers' training in primary and secondary school.

GABRIELA VENTURA



Licenciada en Ciencias Biológicas por Universidad Federal do Rio de Janeiro. Magíster en Educación en Ciencias por el programa en enseñanza en biociencias y salud – Instituto Oswaldo Cruz/ Fundación Oswaldo Cruz. Estudiante de Doctorado en Educación en Ciencias y Salud (NUTES/UFRJ), Profesora en la enseñanza básica, técnica y tecnológica del Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ / Espaço Ciência InterAtiva / Campus Mesquita.

Profesora del Programa de posgrado en Educación y Divulgación Científica. Actúa en el área de la Divulgación Científica, específicamente con Museos y Centros de Ciencias, y en la formación de profesores en la interfaz entre educación en ciencias y educación Ambiental.

Los autores y autoras de esta obra buscan difundir experiencias de interés con retos intelectuales valiosos para la comunidad de docentes e investigadores en enseñanza de las ciencias, a propósito de los nuevos escenarios culturales, políticos, ideológicos y económicos.

Se discute de manera fluida y debidamente documentada modelos teóricos y metodológicos originales, novedosos y potentes para la innovación y renovación de la formación inicial y continua del profesorado de ciencias, especialmente en Latinoamérica, que contribuyan con nuevos referentes y orientaciones para la toma de decisiones educativas que trasciendan la acción meramente instrumental u operativa.



GRECIA
Laboratorio de Investigación en
Didáctica de las Ciencias Experimentales



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



ISBN: 978-956-09033-1-0



9 789560 903310