



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**Sede Sur
Departamento de Investigaciones Educativas**

**MOVILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN AULAS DE
ESCUELAS PRIMARIAS**

**Tesis que para obtener el grado de Doctora en Ciencias en la Especialidad
de Investigaciones Educativas**

Presenta

Johanna Milena Rey Herrera
Maestra en Educación

**Director de tesis
María Antonia Candela Martín**
Doctora en Ciencias

Octubre, 2014

Para elaborar esta tesis, se contó con el apoyo de una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Tabla de Contenido

Lista de Tablas.....	5
Lista de imágenes.....	6
Resumen.....	10
Introducción.....	11
Estructura de la tesis.....	13
CAPÍTULO I. Problema de investigación.....	16
1. Sobre el conocimiento científico en aulas de primaria.....	16
2. Las preguntas de esta investigación.....	25
CAPÍTULO II. Singularidades del estudio.....	26
1. Las escuelas.....	26
1. 1 Escuela de San Cristóbal.....	28
1. 2 Escuela de Rafael Uribe Uribe.....	30
1. 3 Escuela de Santa Fe.....	33
1. 4 Escuela de Usme.....	35
2. Los maestros: formaciones y experiencias.....	37
3. Adentrarme en las clases de ciencias.....	39
4. Estabilizar las interacciones verbales.....	41
5. Sugerir categorías analíticas.....	41
CAPÍTULO III. Herramientas teórico-metodológicas para seguir de cerca la movilización del conocimiento científico en aulas de primaria.....	44
1. Conocimiento en movimiento: una mirada dinámica a los aprendizajes que se elaboran en las clases de ciencias naturales.....	44
2. Perspectiva etnográfica.....	47
3. Análisis del discurso en las aulas: una aproximación sociohistórica y cultural.....	50
4. El conocimiento científico desde los estudios sociales de la ciencia.....	53
CAPÍTULO IV. Tornar presentes observaciones ausentes: aprender a mirar el mundo con los ojos de la ciencia.....	57
1. Observar a “Chuchito”.....	63
2. Percibir fenómenos científicos en representaciones gráficas.....	69
2.1 La imagen de una guía.....	70
2.2 Los dibujos en el tablero.....	73

3. Cuerpo y movimiento; escenario de un ciclo	79
4. Producir observaciones en diferido	83
5. El experimento del lavamanos	88
6. Exhibición visual de eventos futuros	95
Reflexiones del capítulo	99
CAPÍTULO V. Múltiples y simultáneas conexiones entre espacios y tiempos distintos	105
1. Aportas tú, apporto yo, aportamos todos	108
1. 1 ¿Por qué será que...?	109
1. 2 Un programa que dice...	111
1. 3 ¡Lo están viviendo!	113
2. Controlar el flujo de conexiones	116
2. 1 El agua se va por el sifón ¿cierto?.....	116
2. 2 Un vaso con agua en el congelador	118
2. 3 ¿El Sol, nos da frío o calor?.....	120
3. ¿Intervenciones divergentes? Posibilidades que trascienden	122
3. 1 Aplicarles sal a las babosas	122
3. 2 ¡Profes! una vez...	124
3. 3 La araña de las moras y la fuerza G.....	127
4. Entre... tejidos: aprender entre iguales	130
4. 1 El hielo quema las plantas.....	131
4. 2 ¡Esas burras pican!	132
Reflexiones del capítulo.....	135
Reflexiones Finales	142
Referencias Bibliográficas	156

Lista de Tablas

Tabla 01. Características de los grupos escolares.	26
Tabla 02. Contenidos, sesiones y horas videograbadas en cada grupo escolar.	40

Lista de imágenes

Imagen 01. Ubicación geográfica de las escuelas.....	28
Imagen 02. Escuela de San Cristóbal.....	28
Imagen 03. Escuela de Rafael Uribe Uribe.....	30
Imagen 04. Espacio áulico escuela de Rafael Uribe Uribe.	32
Imagen 05. Escuela de Santa Fe.	33
Imagen 06. Alrededores escuela de Santa Fe.....	34
Imagen 07. Escuela de Usme.	35
Imagen 08. El maestro orienta la atención sobre “Chuchito”	64
Imagen 09. Alejandro observa una planta que tiene hojas enrolladas.	68
Imagen 10. Cuadernillo que utiliza la maestra para apoyar sus clases.....	70
Imagen 11. La maestra dibuja una planta en el tablero.	74
Imagen 12. El profesor explica el fototropismo mediante un dibujo en el tablero.....	77
Imagenes 13 y 14. Maestro y niños en la salón de las computadoras.	83
Imagen 14. Julián y Andrés con el experimento del “lavamanos”	89
Imagen 15. El maestro señala el agua y el aire en el lavamanos.	92
Imagen 16. Maestro y niños realizando el compostaje.	96
Imagen 17. Maestro y estudiantes luego de realizar el compost.....	96

*A mi esposo René,
compañero de vida y de
quien he recibido
todo el apoyo.*

Agradecimientos

El sentimiento de gratitud es de las cosas más bellas, pues implica reconocer que el presente trabajo es resultado de un proceso colectivo y que, por tanto, son varias las personas que lo han hecho posible.

Quiero expresar un agradecimiento especial hacia mi directora de tesis: la Doctora Antonia Candela, quien a lo largo de estos años me ha acogido y brindado su apoyo incondicional. Le agradezco su generosidad, sencillez y trato respetuoso, así como la dedicación y confianza que ha tenido para conmigo y con mi trabajo. Siempre ha sido y será un gusto aprender y trabajar con ella.

Ofrezco mi reconocimiento a la Dra. Laura Cházaro y al Dr. Eduardo Weiss, integrantes del comité de seguimiento de tesis e investigadores del departamento de Investigaciones Educativas del CINVESTAV Sede Sur, por sus lecturas y comentarios para orientarme y nutrir este trabajo. Agradezco también la participación como sinodal externo a la Dra. Gabriela Naranjo, sus aportaciones han sido de gran ayuda para elaborar lo que ahora presento.

Otra mención especial la quiero hacer para los integrantes del seminario permanente de la línea de investigación coordinado por la Dra. Antonia Candela. A María de la Riva, Liliana Tarazona, Jorge Moreno, Silvia Martínez y Gaby Naranjo, por los espacios y tiempos compartidos que me han permitido repensar la escuela e imaginarme mundos posibles.

Doy también las gracias a María Concepción Rodríguez, Rosa María Martínez, Jimena Turrent y demás personal del DIE, quienes con su acompañamiento, solidaridad y profesionalismo me brindaron las facilidades para iniciar, desarrollar y culminar este proceso.

Mi gratitud a Adriana Robles, Irán Guerrero, Cecilia Sánchez y Yolanda Casas, por acogerme en sus casas y brindarme la calidez de un hogar. Fue un gusto sentirme reconocida como parte de sus familias.

Así mismo, agradezco a Clara Denis Cabrera, rectora del colegio, a mis amigos y compañeros de trabajo y de estudio por sus voces de aliento y estar siempre dispuestos a ayudarme. A Milena, Stella, Diana, Marco, Alex y Lyda, quienes siempre tuvieron interés en mi formación profesional y me animaron a culminar este proyecto.

También quiero agradecer a mi familia que ha tenido un papel fundamental en este trabajo. A mi mamá y papá, que con sus cariños, ánimos y preocupación me han proporcionado la serenidad y estabilidad necesaria para llevar a cabo esta empresa. A mi hermano Steven, porque siempre me ha escuchado y animado para seguir adelante. A Esperanza, Henry, Guillermo, Marcela, Aura y Luis, quienes con su apoyo y sus palabras de aliento han sido un gran soporte a lo largo de estos años.

Aprovecho la ocasión para agradecer al Departamento de Investigaciones Educativas del CINVESTAV por las oportunidades que me ha brindado sin condición alguna para continuar y terminar mis estudios doctorales. A México por las posibilidades educativas, por tener sus puertas abiertas a la formación de investigadores y por los apoyos económicos recibidos. Posibilidades y oportunidades que a su vez me reclaman nostalgia porque estas condiciones no son las mismas para los maestros de mi patria. Retomo las palabras que Gabriel García Márquez enuncia en su libro "Yo no vine a dar un discurso": "Gracias, por estas puertas abiertas. Que nunca se cierren, por favor, bajo ninguna circunstancia".

A todos, mi inmensa gratitud.

Resumen. Mi intención en esta tesis es la de adentrarme en las condiciones reales y concretas de las clases de ciencias naturales, para seguir de cerca la movilización del conocimiento científico en cuatro aulas de básica primaria de la ciudad de Bogotá, Colombia. Me interesa escrudiñar su proceso de ensamble, el flujo de las múltiples e inesperadas conexiones que maestros y niños establecen entre elementos diversos cuando lo ponen a circular. Rastrear la enseñanza y aprendizaje de las ciencias a través de la noción de conocimiento movimiento, abre una ventana hacia posibles comprensiones de los procesos vivos, dinámicos e imprevisibles por los cuales se despliega esta forma de ver y entender el mundo en estas aulas de primaria.

Abstract. My purpose is to go inside real and specific science classroom's conditions, to follow closer how to mobilize scientific knowledge in four elementary schools in Bogotá, Colombia. I am interested in inquire into assembling process, to track multiple and unexpected flows of connections that teachers and students establish between various elements when put them to circulate. A closer follow in science learning and teaching supported on "moving knowledge" theory, opens a window into possible understandings of the living, dynamic and unpredictable processes by which unfolds this way of seeing and understanding the world in elementary classrooms.

Resumo. Minha intenção neste trabalho é ir para as condições reais e as aulas de ciências concretas, para acompanhar a mobilização do conhecimento científico em quatro salas de aula do ensino fundamental na cidade de Bogotá, Colômbia. Estou interessado em examinar o processo de montagem, o fluxo das muitas conexões inesperadas entre professores e crianças estabelecer vários elementos, quando colocado em circulação. O acompanhamento do ensino e da aprendizagem da ciência através da noção de movimento de conhecimento, abre uma janela para possíveis entendimentos da vida, dinâmica e processos imprevisíveis pelo qual se desenrola esta maneira de ver e compreender o mundo nestas salas de aula primária.

Introducción

En esta tesis rastreo aquello que maestros y estudiantes de cuatro aulas de distintas escuelas primarias de Bogotá, Colombia, realizan en su quehacer cotidiano para movilizar el conocimiento científico en las aulas. Seguir la movilización de este conocimiento significa documentar las múltiples e inesperadas conexiones que ellos establecen entre diversos elementos –personas o cosas-. Emplear la noción de conocimiento en movimiento me exige, por tanto, describir en detalle los flujos de elementos heterogéneos, dispersos en el tiempo y el espacio, que los participantes reúnen y combinan (Nespor, 1994).

En el presente estudio describo y analizo algunos de los modos por los cuales maestros y estudiantes, en un trabajo conjunto, despliegan en asociaciones fluctuantes y vínculos intrincados la observación de fenómenos científicos, así como algunas de las maneras en que estos concatenan espacios y tiempos distintos -referentes que han elaborado más allá del momento y el lugar de la clase-.

Considero que este estudio resulta pertinente para el caso de Colombia, pues en el país no se han realizado investigaciones en el campo de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales desde la perspectiva de conocimiento en movimiento. Pero además, porque son escasos los estudios que describen sin pretensiones de “deber ser”, aquello que maestros y estudiantes de los primeros años de la educación básica (2do y tercer grado) realizan cuando elaboran el conocimiento científico en las aulas (Martínez, Molina y Reyes, 2010). Asimismo, sugiero que el presente estudio aporta evidencias empíricas sobre cómo maestros de distintas formaciones profesionales movilizan este conocimiento en aulas de primaria, tema que puede resultar de interés para el caso colombiano donde cualquier profesional puede orientar procesos de enseñanza y aprendizaje en las escuelas de educación básica. Asunto que aún carece de documentación (Peña, Aristizabal y Correa, 2011).

Ofrecer diversidad de ejemplos sobre los caminos por los cuales se despliega el conocimiento científico en escuelas públicas colombianas, puede aportar comprensiones sobre la pluralidad, singularidad y flexibilidad de interacciones que acontecen cuando maestros y estudiantes se implican en la empresa de enseñar y aprender a “ver” con los ojos de la ciencia. Sugiero a su vez que la variedad de ejemplos puede conducir a maestros e investigadores interesados en el tema a

revalorar algunos de los supuestos con los que suele concebirse la elaboración de este conocimiento en las escuelas primarias, así como a repensar vías posibles para construirlo con los niños.

Además de este enfoque, hilvano algunos recursos del análisis del discurso desde una perspectiva sociohistórica y cultural, por considerar que me proveen de herramientas teórico-metodológicas que me ayudan a escudriñar, de manera minuciosa, el entramado de conexiones que maestros y estudiantes despliegan a través del lenguaje hablado para movilizar explicaciones científicas. Dicho de otro modo, me ayuda a rastrear las interacciones verbales como flujos de conexiones entre espacios y tiempos distintos o como redes de relaciones que se extienden más allá de la clase y del aula (Nespor, 1994; Heller & Martin-Jones, 2000, citado en Rex y Green, 2007).

El enfoque etnográfico en articulación con los recursos del análisis del discurso desde una aproximación sociohistórica y cultural, me ayudan a volver porosas las fronteras físicas y temporales con las que suele concebirse la elaboración del conocimiento científico en las aulas de primaria.

Lejos entonces de pretender decir la última palabra, mi intención con este estudio es mostrar que las situaciones de enseñanza y aprendizaje de las concepciones científicas en las aulas de los primeros años de la primaria requieren mayor documentación, pues la complejidad implicada rebasa aquello que las prescripciones pedagógicas, didácticas y normativas suelen señalar como “deber ser”.

Estructura de la tesis

Esta Tesis está organizada en cinco capítulos: en el capítulo I, realizo un rastreo teórico sobre aquello que expresan algunos documentos oficiales e investigaciones educativas, acerca de los fines y problemas actuales de la enseñanza y el aprendizaje del conocimiento científico en las aulas de primaria. A partir de este estado del arte, analizo la mirada evaluativa y de “deber ser” que suele predominar en estos estudios y, desde esta tensión, configuro mi objeto de estudio y las preguntas que orientan ésta investigación.

En el capítulo II, realizo una descripción detallada de algunas de las singularidades del presente estudio, como las escuelas, los maestros y los estudiantes que hicieron parte de mis observaciones de campo. La descripción de estas particularidades ofrece diversos elementos que pueden orientar ciertas comprensiones frente a los modos en que el conocimiento científico se despliega en cada una de las aulas de mi trabajo de campo.

En este mismo capítulo, narro en detalle las maneras en que me adentré en la vida cotidiana de las clases de ciencias, así como los modos en que lleve a cabo los registros y análisis de aquello que allí acontecía. Dar cuenta de estos procesos me permitió poner en relieve las transformaciones que ha sufrido mi acercamiento frente al objeto de estudio; por ejemplo, tratar el conocimiento como algo estático o que se transporta de manera unidireccional, a rastrearlo en su constante movimiento o en el flujo de sus múltiples conexiones entre diversos elementos.

En el capítulo III, introduzco parte de las herramientas teóricas y metodológicas en las que me apoyo para seguir de cerca la movilización del conocimiento científico en mi trabajo empírico. La combinación de perspectivas que presento, puede ofrecer una mirada alternativa para trascender las fronteras espacio temporales de las clases de ciencias y escudriñar, de manera minuciosa, la compleja trama de conexiones que maestros y estudiantes despliegan cuando ponen a circular dicho conocimiento.

Con las herramientas teórico-metodológicas que presento en este capítulo, me aventuro a rastrear algunos momentos de la movilización del conocimiento científico en las aulas de mi trabajo de campo.

En el capítulo IV, sigo algunas de las maneras en las que los participantes de las aulas del trabajo de campo elaboran la “observación” de los fenómenos científicos

en las clases de ciencias naturales. Para lograr este cometido, sigo de cerca el entramado de conexiones particulares e imprevisibles que maestros y estudiantes tejen entre diversos elementos para tornar presentes experiencias sensoriales que parecían ausentes.

Los análisis que aquí presento, se encuentran organizados con la intención de mostrar variadas situaciones que los participantes enfrentan cuando tratan de convertir el conocimiento científico en sus «gafas perceptivas»; de modo que inicio con la descripción de fragmentos de clase, en donde la “evidencia empírica” parece provenir de una experiencia perceptiva “directa” y culmino con situaciones de enseñanza y aprendizaje que pueden ser más complejas y abstractas, como la observación de bacterias, de fuerzas y de eventos futuros.

Analizar algunas de las maneras en que estos maestros y estudiantes hacen creíble y convincente cierta versión de la realidad en las clases de ciencias puede brindar posibles comprensiones frente a los procesos vivos y dinámicos que implica enseñar y aprender a “ver” en las escuelas de primaria, a través de la lente de la ciencia.

Finalmente, en el capítulo V, sigo las huellas de las distintas configuraciones espacio temporales que maestros y estudiantes tejen cuando dan forma a las explicaciones científicas en las aulas, a través de las diferentes conexiones que entablan entre espacios y tiempos distintos, -vincular personas, herramientas, lugares y momentos- distribuidos más allá del instante y el espacio de la clase.

Analizar la movilización del conocimiento como entramados de relaciones que se extienden más allá de las paredes y del momento de la clase, donde además de las personas y las cosas del entorno inmediato interactúan entidades distantes (Nespor, 1994), puede proporcionar una comprensión heterogénea de lo que sucede en las clases de ciencias naturales. Rastrear estos intersticios permite entender como permeables las fronteras físicas y temporales con las que se suele identificar esta forma de entender el mundo.

Adentrarme en las condiciones reales y concretas de las clases de ciencias naturales para rastrear los tejidos de conexiones que suceden cuando maestros y estudiantes en cuatro aulas de primaria en la ciudad de Bogotá movilizan el conocimiento científico, permite evidenciar la diversidad de asociaciones fluctuantes y

vínculos intrincados entre elementos heterogéneos así como la multiplicidad de elaboraciones imprevisibles de la mente y la realidad que allí acontecen.

CAPÍTULO I. Problema de investigación

*Entender las perspectivas de los otros en
todo lo posible, reconocer su potencial y
esforzarme por aprender de ellos
(Tobin, 2013)*

Este apartado tiene como propósito acercarme a algunas de las consideraciones que investigaciones educativas y fuentes oficiales han planteado respecto de los fines y problemas actuales que enfrenta el conocimiento científico en las escuelas primarias. El propósito de ello es dar forma a mi objeto de estudio y justificar de manera teórica por qué el estudio de la movilización del conocimiento científico en estos años escolares resulta ser un campo de investigación de interés nacional como internacional.

1. Sobre el conocimiento científico en aulas de primaria

Investigaciones sobre educación en ciencias señalan que los niños viven en un mundo en el que ocurren diversos fenómenos naturales, tienen acceso a una multiplicidad de medios de información y productos de la ciencia y requieren por tanto, de la enseñanza del conocimiento científico desde los primeros años escolares (Gutiérrez, 2004). Los niños y las niñas “tienen el mismo derecho que los adultos de apropiarse de este conocimiento y de utilizarlo en la explicación y la transformación del mundo que los rodea”, afirman las investigaciones (Fumagalli, 1997: 18); y serán los mismos niños deseosos de encontrar explicaciones quienes demandan este conocimiento a través de un sinnúmero de preguntas frente a los acontecimientos naturales que ocurren en su medio (Gutiérrez, 2004).

Estos estudios sugieren que el conocimiento científico en la escuela primaria, además de contribuir con el futuro desarrollo de las naciones, ayuda a que los niños desarrollen habilidades, conceptos e ideas, como conocerse, comprenderse, cuidarse de mejor manera, respetar las necesidades de todos los seres vivos, entre otros, que les serán útiles e indispensables a lo largo de sus vidas (Gutiérrez, 2004; Candela, 2006). Así mismo, los estudios afirman que la enseñanza de las ciencias naturales les

permitirá a los niños ser críticos de sus actos y de las diferentes alternativas que se les presentan, observar y escrutar las realidades naturales y sociales, conocer los usos y avances de la ciencia y la tecnología, usar el lenguaje de la ciencia en la comunicación consigo mismo y con los demás, trabajar colaborativamente, buscar información, diseñar situaciones experimentales u observacionales que pongan a prueba sus ideas y las de otros, así como plantear y resolver problemas de la vida cotidiana (Fumagalli y Lacreu, 1992; Fumagalli, 1993; Weissmann, 1993; Kouladis y Dimopoulos, 2003; Gutiérrez, 2004; Candela, 2006; Golombek, 2008; Furman, 2008).

Desde estos planteamientos, parece esperarse que la escuela primaria brinde a los niños -adultos futuros- en el campo de ciencias naturales la formación que les permita entablar una relación cuidadosa y razonable con el entorno que los rodea (Fumagalli, 1997; Gutiérrez, 2004).

No obstante, y a pesar de este tipo de afirmaciones existen estudios que sostienen que las escuelas primarias, por lo general, siguen creyendo que “su tarea fundamental, incluso exclusiva, consiste en enseñar a leer, a escribir y a hacer cuentas” (Gutiérrez, 2004: 72) y que es difícil enseñar ciencias a los niños porque están lejos de la capacidad de comprensión de este conocimiento (Fumagalli, 1997; Bahamonde, 2007). Por otro lado, se afirma que los niños deben “comportarse como “pequeños científicos, en el fondo como pequeños adultitos”, pretensión que en palabras del autor “no es tan perversa, pero es igualmente absurda” (Gutiérrez, 2004:72).

Encuentro también que son varias las investigaciones que suelen reportar que los maestros de primaria presentan la ciencia como una entidad separada de las controversias sociales, ajeno a la vida diaria de los niños. El modelo educativo en estos casos parece centrarse exclusivamente en la enseñanza de un conjunto de conceptos, frecuentemente muy complejos donde los contenidos se dan como una sucesión – un tema sigue a otro y este a otro-, como si se tratara de verdades incontrovertibles, un conocimiento acabado, objetivo y absoluto que se conforma por acumulación (Gutiérrez, 2004; Caez, De Ávila y Vargas, 2006).

Suele afirmarse entonces, que bajo esta forma de enseñanza de las ciencias se crea la idea en los niños de que el conocimiento científico es rígido, poco interesante (Pereira dos Santos, 2007), difícil y que no es para ellos; o bien, que es exclusivamente para privilegiados o superdotados (Gutiérrez, 2004; Jacquard, 2005; Golombek, 2008;

Daza y Vargas, 2011). Sobre esta problemática en específico, la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe señala:

La región presenta una situación en la cual no sólo se da una gran inequidad en la adquisición de los conocimientos en general, sino que la mayoría de los alumnos no son atraídos por las clases de ciencias, las encuentran difíciles y pierden interés (UNESCO, 2005: 5).

Algunos estudios y fuentes oficiales desde este enfoque, enlistan una serie de carencias que los maestros de primaria o de educación infantil presentan al momento de enseñar las ciencias naturales en las aulas. Entre las deficiencias más destacadas se encuentran escasa formación disciplinar, limitado conocimiento en didácticas específicas, y enseñanza acumulativa de contenidos conceptuales. Así mismo, se tiende a reseñar que los maestros orientan prácticas de enseñanza transmisivas - definen conceptos en el tablero y los niños escuchan pasivamente y memorizan sin comprenderlos-, presentan la ciencia con el nombre de objetividad en unos casos o del método científico, limitan la explicación al tablero, libro de texto o las actividades de lápiz y papel y desconocen las necesidades y características de los contextos sociales y culturales de los estudiantes para establecer puentes con el conocimiento científico (Segura, 2000; Oliva y Acevedo, 2005; Bahamonde, 2007; Furman, 2008; Vallejo, Obregoso y Valbuena, 2013; Peña, Aristizabal y Correa, 2011; Mosquera y Molina, 2011).

Estas formas recurrentes de referirse al trabajo de los maestros de primaria en las clases de ciencias, suele proyectar la idea de que, tanto su formación, como sus prácticas de enseñanza son las principales razones por las cuales los niños están lejos de construir el conocimiento científico y se les señala como los responsables de no colocar las bases fundamentales para que los estudiantes aprendan a mirar el mundo con los ojos de la ciencia (Furman, 2008).

Estas falencias, se afirma, se ven reflejadas en los resultados de las pruebas estandarizadas nacionales e internacionales que se desarrollan en esta área (Fernández, Marcángeli y Romero, 2011). Schleicher, director de indicadores y análisis educativo de la Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE),

al referirse sobre los resultados que obtuvo Colombia en la prueba Pisa 2009 en el área de ciencias expresa:

(...) podemos deducir que los profesores no son buenos enseñando a niños y jóvenes a ser creativos, a pensar de forma crítica, a hacer juicios, a resolver problemas, a comunicarse, a colaborar ni a competir. No se trata, solamente, de pararse al frente de un grupo de estudiantes y enseñarles de la misma forma a todos. El docente necesita personalizar las experiencias de aprendizaje y darles a los estudiantes la oportunidad de crear a través de diferentes estrategias. Colombia debe tener profesores de calidad, muchos estudiantes desertan porque no ven que lo que aprenden les sirve para su propia vida (Linares, 2012: 151).

Desde otras lecturas, sin embargo, estas mismas evaluaciones estandarizadas parecen entenderse como alejadas de la enseñanza y del aprendizaje real que sucede en cada aula (Rockwell y Ezpeleta, 2003). Para Candela (2005), emplear este tipo de herramienta para captar los conocimientos que los estudiantes elaboran sobre la ciencia y con ello, valorar el trabajo docente, no sólo contribuye con el aumento de la desigualdad educativa, sino que mantiene la ausencia, tanto de la información sobre las causas que producen estos resultados, como de las posibles rutas para mejorar su enseñanza (Candela, 2005).

Las evaluaciones estandarizadas, han fracasado en mejorar la educación porque parten de estándares diseñados desde características lingüísticas y socioculturales de contextos como los de clases medias y escuelas privadas que ponen en desventaja a sectores sociales que no pertenecen a ellas, como los indígenas, que van siendo cada vez más marginados. Además, no permiten conocer las causas por las cuáles se obtienen ciertos resultados y con ello no dan información sobre las medidas a tomar para mejorar. Por otro lado la frecuencia, la aplicación universal y el uso de estas pruebas para calificar a alumnos y docentes, ha deteriorado el

trabajo educativo pues los maestros terminan dedicando mayor parte del tiempo a preparar a los alumnos para las pruebas (Candela, 2013: 31).

Respecto a la aplicación y resultados de las evaluaciones estandarizadas, es usual que funcionarios, políticos e investigadores hagan uso de este tipo de instrumentos para proponer investigaciones, políticas educativas, cursos de actualización o capacitación docente. Así, es usual ver que a partir de los informes que estas evaluaciones reportan se plantean diversas iniciativas gubernamentales y no gubernamentales para que los maestros de primaria transformen sus prácticas transmisionistas de enseñanza de las ciencias por otras más innovadoras, como considerar el papel activo que puede tener el alumno, acercarse al conocimiento de contenidos disciplinares o poner en marcha las sugerencias que se derivan de las didácticas específicas (Vallejo, Obregoso, Valbuena, 2013). Este tipo de iniciativas parecen moverse en el supuesto de que el problema y el cambio en la enseñanza de las ciencias se encuentran fundamental y exclusivamente en las prácticas de los maestros.

Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos reiterativos por cambiar las prácticas de enseñanza, varios investigadores muestran con evidencia empírica que este tipo de iniciativas pocas veces tiene el impacto esperado en las realidades que se viven en las clases de ciencias (Oliva y Acevedo, 2005). Gutiérrez anota:

Cuando se ha tratado de enriquecer la enseñanza de un área educativa determinada renovando sus contenidos y difundiendo metodologías más modernas y participativas para su enseñanza, los logros han sido muy limitados en alcance y profundidad; esta aproximación modernizante implica una incomprensión del proceso educativo como fenómeno social en el que confluyen y participan, un sin número de factores y componentes de tipo social, político, económico y cultural. De ahí que tanto el conocimiento de la ciencia como el de su enseñanza no baste para comprender cabalmente esta parte del quehacer educativo y mucho menos para planear, organizar, implantar y evaluar programas para el mejoramiento de la

misma (...) En todo esto los enfoques fragmentarios o parciales están condenados a un éxito exiguo, cuando no al fracaso completo (Gutiérrez, 2004: 65, 66).

Se dice también que el bajo impacto que tienen estas iniciativas, puede residir en que dichas estrategias suelen ser pensadas, diseñadas y puestas en marcha por grupos de investigación en didáctica de las ciencias, conformados por profesores de secundaria o universidad “expertos” en el área de ciencias, que probablemente nunca ha pisado un salón de clases de primaria (Gutiérrez, 2004). Afirman entonces Porlán (1998), Golombek (2008) y Jackson (2010), que este asunto trae consigo que las innovaciones propuestas estén cargadas de modas, jergas y tecnicismos incomprensibles, ajenos a las complejas realidades que se viven en las clases de ciencias.

Argumentos como estos permiten identificar la brecha que puede haber entre quienes diseñan la innovación y quienes tratan de aplicarla en la escuela (Gutiérrez, 2004), pues el no entender la experiencia concreta del aula generalmente conduce a fracasos (Candela, 2007).

Parece entonces que pretender transformar las prácticas de enseñanza de los maestros de primaria a partir de innovaciones planificadas desde lugares distantes o lejanos a las realidades de las clases de ciencias, es poco conveniente; pues en primer lugar, los maestros no son simples acatadores de instrucciones, ni personas que se dedican a hacer lo que otros dicen que tienen que hacer (Gutiérrez, 2004); en segundo lugar, por más que el maestro intente, esos ideales de prácticas perfectas no tienen apenas ningún parecido con lo que sucede en sus clases (Jackson, 2010); y en tercer lugar, los niños no son simples acatadores y receptores de información, como lo muestra Candela (1991, 1997, 1999, 2005, 2012), tienen un papel activo y dinámico en la construcción del conocimiento científico en la escuela primaria.

La mayoría de los trabajos que analizan la interacción en clases de ciencias (Tobin, 1998) tienden a descalificar las prácticas tradicionales sin que realmente se analice su pertinencia en los procesos de construcción del conocimiento escolar con sujetos y condiciones reales. (...) Los problemas que se pueden ver desde el

trabajo con un grupo de alumnos reales, con los condicionamientos escolares, son muy distintos que los que se pueden asumir desde una perspectiva del “deber ser” de la ciencia (Candela, 2012: 43).

Con base en este rastreo teórico, encuentro que si bien hay estudios internacionales que han hecho valiosos aportes al describir el quehacer docente y la participación de alumnos en las clases de ciencias naturales en escuelas primarias sin pretensiones de “deber ser” (Edwards y Mercer, 1987; Candela, 1991, 1999, 2005, 2006, 2007, 2012; Naranjo, 2006, 2009, 2011, entre otros); la mayoría de los que se han hecho en Bogotá, tienden a evaluar la enseñanza de las ciencias desde un modelo ideal, esto es, aquello que los niños deben aprender y aquello que los maestros deben hacer para enseñar como “debe ser” el conocimiento científico en las aulas.

Encuentro que este tipo de estudios tienden a mostrar al trabajo docente como una práctica defectuosa - los maestros no realizan o lo realizan mal y los niños no pueden lograr o no entienden-. Además, suelen apresar de manera estática y empobrecida la elaboración del conocimiento científico en cada aula. En otras palabras, bajo la lente del “deber ser”, el proceso vivo y dinámico de la enseñanza y el aprendizaje del conocimiento científico aparece empequeñecido por la grandeza de sus principios subyacentes y la abundancia de expectativas depositadas en él (Hunter, 1998).

Estas formas heredadas y reiteradas de hablar sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en la escuela primaria, tienden a establecer dualidades o miradas dicotómicas – el buen maestro, el mal maestro -, o bien, la relación autoritaria frente a la relación democrática, la enseñanza tradicional frente a la innovadora, el aprendizaje significativo o memorístico, el aprendizaje contextualizado o descontextualizado. Miradas todas que parecen obviar la complejidad y particularidad de modos por los que el conocimiento científico se despliega en cada aula.

Con el propósito de abandonar la mirada del “deber ser” y, por ende, la lógica binaria que ésta promueve, considerando que “la heterogeneidad y la particularidad de lo cotidiano exigen otras dimensiones ordenadoras” (Rockwell y Ezpeleta, 2003: 19), mi intención en esta tesis es la de adentrarme a las condiciones reales y concretas de las clases de ciencias naturales para seguir de cerca la movilización del conocimiento científico en cuatro diferentes aulas de primaria de la ciudad de Bogotá, Colombia.

Escudriñar las múltiples e inesperadas conexiones que maestros y estudiantes establecen con los diversos elementos -su movilización- me exige, según los planteamientos de Latour (2005), evitar el uso repentino o apresurado de la palabra “construcción” que a menudo suele invisibilizar o aglutinar los elementos diversos (personas o cosas) y las maneras en que se relacionan estos en el momento de ensamblar una explicación.

Estudiar el conocimiento científico que se elabora en las aulas desde la noción de movilización, puede ayudar a disolver la idea de que su aprendizaje y enseñanza es estable, -tiene un comienzo y un fin, una estructura previa, inmutable y definida o que es una cosa que se transporta en relaciones causales- y entenderlo como “movimiento que continúa” (Latour, 2005: 61), se extiende (más allá de la situación inmediata) y despliega en asociaciones fluctuantes y vínculos intrincados, con elementos heterogéneos que lo mantienen en constante cambio (Latour, 2005).

Adoptar esta mirada permite hacer rastreables los tejidos de conexiones y las transformaciones que suceden cuando maestros y estudiantes movilizan el conocimiento científico en las aulas. O, para expresarlo de otro modo, puede ayudar a visibilizar la multiplicidad de elaboraciones imprevisibles de la mente y la realidad que allí suceden.

Varios autores sostienen que sobre la elaboración del conocimiento científico en el aula aún se carece de respuestas consistentes, dado lo exiguo de las investigaciones realizadas y de la poca evidencia con la que se cuenta (Candela, 1989; Shulman, 2001; Gutiérrez, 2004; Bahamonde, 2007; Martínez, Molina y Reyes, 2010; Daza y Vargas, 2011). De ahí, la pertinencia de su estudio, sobre todo en un país como Colombia donde no se han realizado estudios con esta perspectiva.

Considero que rastrear la movilización del conocimiento científico en distintas aulas de primaria, permite también capturar y ofrecer variedad de ejemplos de los procesos vivos, dinámicos, cambiantes e imprevisibles por los que maestros y estudiantes elaboran explicaciones desde la ciencia. Los ejemplos que presento en esta investigación pueden servir de referencia para proponer alternativas pedagógicas, didácticas y políticas más próximas a las complejas y múltiples realidades que acontecen en el quehacer cotidiano de las clases de ciencias naturales en las escuelas de primaria (Candela y Rockwell, 1991; Shulman, 2001; Rockwell y Ezpeleta, 2003; Gutiérrez, 2004).

Finalmente, la presente investigación al adoptar la noción de “conocimiento en movimiento”, provee una mirada alternativa para comprender, estudiar y analizar cómo se elabora el conocimiento científico en las aulas. Este enfoque puede ofrecer acercamientos y explicaciones alternativos para aproximarse y entender la elaboración de este conocimiento a través del flujo de entramados, conexiones y transformaciones que los despliegan.

En suma, el presente estudio puede ser una mirada alternativa para orientar posibles comprensiones complejas y cambiantes en torno a los modos de interrogar e investigar el problema del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias naturales en las aulas de primaria.

Para materializar el propósito de la investigación, -seguir la movilización del conocimiento científico en las aulas del trabajo de campo-, centro mi atención en dos grandes cuestiones: la relación entre percepción y realidad y la articulación entre espacios y tiempos distintos.

Diversos trabajos académicos han presentado propuestas sobre el estudio de los temas que propongo y considero oportuno desglosar algunos de los argumentos que serán la base para el análisis de los datos empíricos.

El primer argumento señala la relación entre experiencia perceptiva y “realidad” como un tema central para la enseñanza de la ciencia, donde maestros y estudiantes enfrentan en su quehacer cotidiano la compleja y difícil tarea de describir y explicar sucesos a partir de lo que “ven” desde el punto de vista de la ciencia (Candela, 1999). Por tanto, rastrear las múltiples e inesperadas maneras en que los participantes despliegan la “observación” de fenómenos científicos en las aulas, puede mostrar diversidad de ejemplos y posibles comprensiones sobre los procesos vivos y dinámicos a través de los cuales se enseña y se aprende a “ver” con los lentes de la ciencia en las escuelas de primaria.

El segundo argumento se dirige a resaltar la noción “espacios y tiempos distintos”, propuesta por Nespor (1994), que provee un mirada alternativa para seguir de cerca los diversos modos en los que maestros y estudiantes movilizan el conocimiento científico al conectar múltiples y diversos referentes aprendidos en otros momentos y lugares diferentes a la situación de enseñanza. Adentrarse en la movilización de este conocimiento a través de la noción espacios y tiempos distintos, hace borrosas las fronteras que comúnmente se le imponen a los conocimientos

“cotidiano” y “científico”, -considerados como dominios específicos delimitados y que difieren entre sí-, para pasar a entenderlos como conocimientos articulados e integrados entre sí. Este tema ofrece evidencia empírica sobre la diversidad de modos a los que recurren maestros y estudiantes para articular lo conocido con el elaborado en las clases de ciencias, evidenciando así el proceso creativo y dinámico (Nespor, 1994; Latour, 2005).

2. Las preguntas de esta investigación

Los interrogantes que planteo para aproximarme al objeto de estudio y que iré, por tanto, desarrollando a lo largo de la presente Tesis, refieren a dos cuestiones: las maneras en las cuales los maestros y estudiantes despliegan la observación de fenómenos científicos y los modos cómo los participantes concatenan espacios y tiempos distintos, que trascienden el momento y el lugar de la clase.

En el siguiente capítulo se describen algunas de las singularidades de los datos empíricos del trabajo de campo y de la construcción analítica. Es de resaltarse que los momentos del proceso no corresponden a una secuencia de fases con un orden determinado e inamovible, sino a un trabajo flexible y abierto que transita por distintos itinerarios a lo largo del estudio (García Jiménez, 1994).

CAPÍTULO II. Singularidades del estudio

Describir en detalle algunas de las singularidades que tienen las escuelas, las aulas, los estudiantes y los maestros que hicieron parte de mi trabajo de campo, así como los modos en los que registré y analicé lo que allí sucedía, resulta útil para los propósitos de esta tesis porque me permite distinguir ciertos elementos que pueden estar imbricados en la movilización del conocimiento científico en cada una de las aulas. Como dice Jackson (2010), cualquier análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje en las aulas debe procurar traspasar las paredes que las delimitan.

1. Las escuelas

El trabajo de campo lo realicé en cuatro escuelas públicas distritales¹ localizadas en zonas marginales del sur de la ciudad de Bogotá: San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Santa Fe y Usme. En cada escuela observé un grupo escolar; en la de San Cristóbal y Rafael Uribe Uribe grupos de grado segundo y en la de Santa Fe y Usme grupos de grado tercero de primaria.

En la tabla 01 presento de manera resumida algunas características de los grupos escolares que observé.

Escuela	Jornada escolar	Grado	Número de estudiantes	Distribución	Rango de edades
Escuela de San Cristóbal	Tarde	Segundo	32	15 niñas y 17 niños	6 a 9 años
Escuela de Rafael Uribe Uribe	Tarde	Segundo	36	19 niñas y 17 niños	6 a 9 años
Escuela de Santa Fe	Mañana	Tercero	23	10 niñas y 13 niños	7 a 10 años
Escuela de Usme	Tarde	Tercero	33	15 niñas y 18 niños	7 a 10 años

Tabla 01. Características de los grupos escolares.

¹ Bogotá, Distrito Capital cuenta con la Secretaría de Educación del Distrito (SED), hace parte del sector central de la Administración Distrital, en cabeza de la Alcaldía Mayor. La SED es la rectora de la educación inicial (preescolar), básica (primaria y secundaria) y media en Bogotá, de acuerdo con el Decreto 330 de 2008, mediante el cual se reestructuró la entidad. Actualmente la Secretaría de Educación del Distrito cuenta con 19 Direcciones Locales de Educación DLE y 384 colegios oficiales (708 sedes).Ver: http://www.educacionbogota.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&layout=edit&id=2648

Elegir de manera deliberada cuatro escuelas o, en específico, cuatro aulas de primaria que estuvieran ubicadas en estas zonas, tuvo dos intenciones. La primera, extender la investigación a distintos ámbitos de la ciudad para observar las interacciones de varios maestros y grupos de estudiantes y la segunda, estudiar si la movilización del conocimiento científico toma rasgos particulares y diferenciados en cada aula de acuerdo con los contextos sociohistóricos y culturales de sus participantes.

Antes de describir algunas singularidades de las escuelas, quiero mencionar que tramitar el permiso para observar las clases de ciencias significó una ardua tarea. En primer lugar, porque obtener el aval de los rectores y coordinadores llevaba tiempo y en segundo lugar, porque dicho aval no aseguraba que los maestros permitieran grabar sus clases. Una maestra, por ejemplo, negó el ingreso porque consideraba que “grabar sus clases” debía tener un reconocimiento económico; me comentó que en anteriores oportunidades, otros investigadores habían observado sus clases y habían sacado provecho económico de ello. Otra maestra, se rehusó al registro de sus clases porque se sentía insegura con el uso que se le pudiera dar al material. Y en una escuela que atendía a una comunidad indígena, el tiempo que tenía destinado para el trabajo de campo se diluyó en las diligencias que me solicitaron para el ingreso: carta al cabildo indígena, carta al rector de la escuela, carta a los coordinadores, carta al consejo directivo, carta al consejo académico y carta a la maestra.

Con el propósito de construir una imagen de la ubicación geográfica que tienen las escuelas y las aulas del trabajo de campo en la ciudad de Bogotá, me apoyo en un mapa que señala su localización.





Imagen 01. Ubicación geográfica de las escuelas.

Como puede verse e la imagen 01, la ciudad de Bogotá está conformada por 20 Localidades. Resalto que en esta tesis, las escuelas se identificarán por el nombre de la Localidad que las alberga.

1. 1 Escuela de San Cristóbal



Imagen 02. Escuela de San Cristóbal.

Esta escuela pública primaria se fundó en el año 1967. Se encuentra en la localidad San Cristóbal, al suroriente de la ciudad de Bogotá y sobre la Cordillera Oriental de los Andes colombianos; en una zona con diversidad de bosques y varias quebradas. Estas condiciones naturales por lo general son aprovechadas por la industria ladrillera y urbanizadora, que utilizan las montañas y el espacio natural para sacar material o para construir viviendas.

Según la clasificación que se usa en Colombia para determinar el nivel de ingreso y las condiciones de vida de la población, los habitantes que viven en esta

zona de la ciudad se ubican en los estratos socioeconómicos² 1 y 2. Esto significa que el ingreso económico y las condiciones de vida de las personas que allí habitan, son precarios. Así, es común ver que las familias toman el agua de los aljibes, el barrio no tiene alcantarillado en su totalidad y utilizan las quebradas para el lavado de la ropa³.

Las familias que habitan en esta localidad son en su mayoría inmigrantes y desplazados⁴ de distintos lugares del país que ha llegado a la ciudad en busca de mejores condiciones de vida y oportunidades laborales. Sin embargo, las oportunidades de trabajo en la localidad son escasas, en su mayoría pequeños negocios familiares, de modo que la mayor parte de su población suele buscar empleo como obreros de la construcción, trabajos domésticos o practicantes de la economía informal, en otros sectores de la ciudad.

En el proyecto educativo institucional de esta escuela (de ahora en adelante PEI⁵) se señala que la mayoría de las familias de los estudiantes viven en casas compartidas (inquilinos⁶), en apartamentos pequeños o en habitaciones con cocina; y que, por lo general, cuentan con varios electrodomésticos⁷, principalmente televisores y equipos de sonido.

En el PEI también se dice que en la escuela predomina el embarazo en adolescentes, el abandono y la desnutrición en los niños. Señala, que este tipo de situaciones genera que muchos estudiantes se involucren en pandillas; grupos que les brinda alimento, apoyo, comprensión y valoración, pero que los lleva a cometer actos delictivos y a iniciarse en el consumo de drogas psicoactivas.

En razón a estas realidades particulares, la escuela sostiene que el enfoque pedagógico que mejor se adecua a las necesidades y problemáticas que viven los estudiantes es el socio-crítico; argumentando que su propósito es formar niños críticos

² El estrato socioeconómico refiere a un nivel de clasificación de la población con características similares en cuanto a grado de riqueza y calidad de vida, determinada de manera indirecta mediante las condiciones físicas de las viviendas y su localización. En Bogotá existen seis estratos, el 1 corresponde a un nivel de ingresos mínimo y el 6 a mayor nivel de ingresos (Ley 142 de 1994, art. 102).

³ Información tomada del Proyecto Educativo Institucional de la escuela.

⁴ Personas que se retiran de grupos armados al margen de la ley.

⁵ El proyecto educativo institucional es un documento que cada escuela elabora con la participación de la comunidad educativa (estudiantes, docentes, directivos y padres de familia), de acuerdo a las situaciones y necesidades de los educandos, de la comunidad local, de la región y del país; en él se especifican los principios y fines del establecimiento, los recursos docentes, las estrategias didácticas y pedagógicas, el reglamento para docentes y estudiantes y el sistema de gestión (Ley 115/94; decreto 1860 de 1994).

⁶ Es como se denomina en Colombia a la forma de alojamiento o vivienda colectiva en la cual varias familias comparten una casa, generalmente una por cada cuarto o habitación, usando en forma comunal los servicios sanitarios y de acueducto (sistema de aguas).

⁷ Información tomada del Proyecto Educativo Institucional de la escuela.

y reflexivos que transformen sus condiciones de vida a partir del reconocimiento de las mismas.

En esta escuela mis observaciones de campo las realicé en el grupo del grado segundo de la jornada tarde,⁸ compuesto por 32 estudiantes (17 niños y 15 niñas). La jornada inicia a las 12:30 p.m y termina a las 6:30 p.m, tiene en total seis cursos (uno por grado de pre-escolar a quinto), y cada uno con un maestro titular. Cada curso tiene alrededor de 35 estudiantes y la jornada escolar ofrece educación primaria en promedio a 210 niños de esta localidad.

1. 2 Escuela de Rafael Uribe Uribe



Imagen 03. Escuela de Rafael Uribe Uribe.

Esta escuela pública distrital inició labores en el año de 1980. Se ubica al sur oriente de la ciudad de Bogotá, en la localidad Rafael Uribe Uribe, territorio quebrado y pendiente, rodeado de canteras aún en explotación. Debido al alto grado de erosión y desgaste que presentan sus suelos, existen varias áreas clasificadas en riesgo inminente de deslizamientos

Durante las últimas décadas, a esta localidad han llegado familias desplazadas o inmigrantes de distintos lugares del país en busca de mejores condiciones de vida. Estas familias, por lo general, se localizan en las partes altas de la montaña; en barrios

⁸ Determinaciones empleadas para referirse a turnos matutino y vespertino.

de origen informal que presentan deficiencias en infraestructura de servicios públicos, accesibilidad y espacio público⁹.

Según la clasificación de “estratos socioeconómicos”, en este sector se ubica la clase socioeconómica media-baja; la mayoría de estrato 2, seguida del estrato 3 y en menor proporción del estrato 1. Las personas que viven en estos sectores, suelen estar desempleadas y vivir en condición de pobreza; quienes cuentan con empleo en empresas particulares o del gobierno, como domésticos, trabajadores informales, entre otros¹⁰.

Las actividades comerciales que se realizan en esta localidad son minoristas, por ejemplo: mercados de alimentos, venta de llamadas a celular, café internet, salones de belleza, farmacias, ferreterías, papelerías, arriendos (residenciales y comerciales), entre otras.

En el PEI de la escuela se dice que algunos de los problemas que afectan a los estudiantes son el consumo y venta de sustancias psicoactivas, el embarazo en adolescentes, la deserción escolar, la agresividad, la violencia intrafamiliar, entre otros. Asimismo, se expresa que existe un gran número de estudiantes menores de 10 años que presentan desnutrición.

En el año 2009, en el marco de la implementación de una estrategia política para mejorar las condiciones de enseñanza de las escuelas públicas de Bogotá, la planta física de esta escuela se remodeló y se dotó con diferentes materiales. Debido a las características físicas con las que quedó la escuela -64 salones de clases, 5 laboratorios, 3 aulas de informática (salones con computadoras), 11 aulas especializadas (salones con materiales didácticos exclusivos para un área específica), biblioteca y salas de profesores-, se le dio el nombre de “megacolegio”¹¹.

Sobre esta remodelación que tuvo la planta física de la escuela, la maestra del grupo de mi trabajo de campo me comentó: “aunque estoy contenta con los cambios

⁹ Tomado de la ficha básica de la localidad Rafael Uribe Uribe realizada por La Secretaría Distrital de Recreación y Deportes (2008).

¹⁰ *Ibíd.*

¹¹ Desde 2004, durante la alcaldía de Luis Eduardo Garzón, la Secretaría de Educación Distrital (SED) emprendió un proyecto ambicioso para construir y dotar escuelas en los barrios con mayores necesidades. Se caracterizan precisamente por tener espacios amplios y con buena iluminación, cuentan con laboratorios, aula de informática, aula múltiple, biblioteca, área administrativa, servicios generales, zonas exteriores, zonas deportivas; algunos con espacio para la emisora, aulas de tecnología, sala de medios, comedor escolar y cocina. Estos colegios están en la capacidad de ofrecer en promedio educación a 2.500 alumnos por jornada. En la ciudad de Bogotá para 2014 se cuentan más de cincuenta megacolegios.

que ha tenido el colegio, no me gusta que las paredes de las aulas sean de vidrio; el ruido en el salón se incrementó y la distracción de los estudiantes también”. En la siguiente imagen puede apreciarse el diseño del espacio áulico al que la maestra alude.



Imagen 04. Espacio áulico escuela de Rafael Uribe Uribe.

Este “megacolegio” ofrece los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, en las jornadas mañana y tarde¹². Cada grado tiene alrededor de tres a cuatro cursos, cada uno compuesto por 35 estudiantes aproximadamente. La institución ofrece en promedio educación a 1.500 estudiantes por jornada y cuenta con 90 maestros.

El enfoque pedagógico en el que la escuela se define es el constructivista social, totalizante y autoestructurante, que recoge los modelos constructivista y de la pedagogía social (PEI, 2013). En el PEI se señala que los maestros eligen este enfoque porque les interesa que los estudiantes elaboren conocimiento científico e investigativo aplicable a la solución de problemas del entorno para conservar y proteger el ambiente (PEI, 2013).

En esta escuela mis observaciones de campo las realicé en uno de los cursos del grado segundo de primaria de la jornada tarde, que estaba constituido por 36 estudiantes (19 niñas y 17 niños).

¹² Tomado de: <http://colegioenriqueolayaherrera.edu.co/nuestro-colegio/29-pei/componente-acad%C3%A9mico.html>

1. 3 Escuela de Santa Fe



Imagen 05. Escuela de Santa Fe.

Esta escuela pública existe aproximadamente desde el año 1967. Es una institución rural que presta sus servicios a la población campesina de los sectores aledaños. Se ubica en el páramo de Cruz Verde, al oriente de la ciudad de Bogotá, sobre los cerros orientales de la cordillera andina a una altura de 3.600 m.s.n.m y con una temperatura promedio de 10C°.

Como la escuela se encuentra en un ecosistema de páramo, los vientos fuertes, las abundantes lluvias, la neblina, el frío y, en ocasiones, las tormentas, son acompañantes permanentes. Esta zona se considera reserva natural de gran importancia para la ciudad por la diversidad de vida silvestre y los nacedores de agua que alberga.

La escuela y su población se encuentran en constante conexión con el ecosistema de páramo y su condición rural le permite a los residentes tener contacto con animales tanto de granja como silvestres.



Imagen 06. Alrededores escuela de Santa Fe.

Los estudiantes y sus familias por lo general viven en fincas o casas campesinas que no tienen acueducto ni alcantarillado (sistema de aguas). El agua la toman de quebradas y fuentes cercanas, las aguas negras las vierten en pozos sépticos o drenajes naturales superficiales y las basuras las recogen y entierran dentro de las fincas o las queman dependiendo de los materiales de desecho¹³.

Estas familias suelen basar su sustento económico en la producción y venta de productos agropecuarios, la ceba de cerdos, el pastoreo para la cría de ganado, el cultivo de papa, la elaboración de productos lácteos y la venta de comidas. Sin embargo, estas actividades no resultan ser rentables, por lo que los ingresos de la población que asiste a la escuela son bajos.

En el PEI de la escuela se dice que debido a las particularidades del entorno y de la población, los maestros hacen énfasis en los temas agroambiental y ecológico, para formar estudiantes líderes en el cuidado y protección de la naturaleza y para fortalecer y apropiar las tradiciones del entorno.

Es de mencionar que el trabajo que la escuela ha hecho en relación a éste énfasis, ha sido reconocido, en especial, el proyecto de manejos de los acuíferos y de aguas lluvias (agua de la quebrada, agua lluvia y agua de la neblina), para aseo y el riego de la huerta escolar.

La escuela ofrece formación de preescolar a quinto de primaria y, por ser rural, presta servicio en una sola jornada: 6:30 a.m a 12:30 p.m. Tiene seis cursos, cada uno con un docente titular y con 30 estudiantes aproximadamente. La jornada escolar tiene cerca de 180 niños.

En esta institución mi trabajo de campo lo realicé con el grupo del grado tercero de primaria constituido por 23 estudiantes (13 niños y 10 niñas).

¹³ Tomado de:
<http://www.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/gsi/LECTURA%20DE%20REALIDADES%20TERR%20EL%20VERJON.pdf>

1. 4 Escuela de Usme



Imagen 07. Escuela de Usme.

Esta escuela pública distrital se encuentra en la localidad de Usme. En este sector de la ciudad se ubican los estratos 1 y 2, la Localidad comprende zonas urbanas como rurales y algunos de los barrios son urbanizaciones de origen informal. Su vocación continúa siendo muy campesina y gran parte de sus pobladores viven de cultivar la tierra de los alrededores.

La mayor parte de las familias de los estudiantes proviene del campo, han llegado a esta zona por diversos motivos: desplazamiento forzado, desmovilizados por el conflicto armado o en busca de mejores opciones de vida¹⁴.

Los núcleos familiares de los estudiantes del colegio se encuentran conformados por grupos que van de tres hasta diecinueve personas, que cohabitan en un mismo predio. Estos grupos familiares suelen habitar en predios de autoconstrucción, esto es, en viviendas que construyen de manera autónoma en un terreno propio o, en ocasiones, en un terreno baldío o de invasión¹⁵. En el PEI de la escuela se dice que una “vivienda puede tener desde un nivel a cuatro, con dos y tres apartamentos que aloja entre doce y diecinueve personas, compartiendo a menudo baño, cocina y áreas de lavado”¹⁶.

El PEI también menciona que como muchas de estas viviendas son rentadas y subrentadas, lo que hace que gran parte de la población escolar sea fluctuante, es decir, que cambie de un barrio a otro. No obstante, también señala que existe un

¹⁴ Datos tomados del Proyecto Educativo Institucional del colegio

¹⁵ Asentamiento o edificación que se realiza de manera ilegal, en predios ajenos.

¹⁶ Proyecto Educativo Institucional Página 7

pequeño número de propietarios de viviendas, cuyos hijos corresponden a la población regular del colegio¹⁷.

La planta física de esta escuela, al igual que la de Rafael Uribe Uribe, fue totalmente remodelada¹⁸. Cuenta con 24 salones amplios e iluminados, las paredes que dan a hacia los exteriores están diseñadas en vidrio, tiene una biblioteca, un aula de informática, un aula múltiple (espacio en el que se puede trabajar actividades lúdicas, reuniones informativas, presentación de videos, sesiones de discusión, entre otras), y varias baterías de baños.

Sobre esta remodelación, el docente de mi trabajo de campo me comentó que la queja principal que tenían los maestros era la falta de espacios para la recreación; pues el “megacolegio” diseñado para 1840 alumnos, sólo cuenta con un patio grande, un pequeño patio para primaria y una pequeña cancha múltiple en el cuarto piso del edificio central. Esto, me decía el maestro, hacía que los docentes de educación física tuvieran que buscar parques aledaños a la institución para poder realizar sus clases.

El enfoque pedagógico que el colegio elige como orientación curricular es “la escuela Transformadora”. En el PEI se argumenta que dicho enfoque permite “formar al ser humano en la madurez de sus procesos, para que construya el conocimiento y transforme su realidad socio-cultural, resolviendo problemas desde la innovación educativa” (lanfrancesco, 2003: 22).

Esta escuela presta sus servicios en dos jornadas: mañana y tarde. Tiene varios cursos por grado y cada uno, con promedio de 35 estudiantes; cuenta aproximadamente con 900 estudiantes y con 60 maestros por jornada escolar.

El trabajo de campo lo llevé a cabo en uno de los cursos del grado tercero de la jornada de la tarde, constituido por 33 estudiantes (15 niñas y 18 niños).

A continuación, presento algunas singularidades de los maestros del estudio como su formación disciplinar y sus años de experiencia docente. Considero que dicha información puede darme luces para elaborar comprensiones frente a los distintos modos en que ellos movilizan el conocimiento científico en las aulas.

¹⁷ Proyecto Educativo Institucional Página 7

¹⁸ Megacolegios –SED- Ver nota 11

2. Los maestros: formaciones y experiencias

En esta investigación observé las clases de ciencias naturales de cuatro maestros de primaria, en las escuelas distritales mencionadas. Dos de ellos eran mujeres y orientaban clases en el grado segundo, y dos eran hombres y orientaban clases en el tercer grado. Quiero señalar que los nombres de los maestros al igual que los de las escuelas fueron cambiados para proteger la identidad.

Elegí los grados y maestros de los primeros años de la educación primaria (2do y tercer grado) pues son pocos los estudios que centran su atención en aprender sobre aquello que los niños y los maestros de estos años realizan en las clases de ciencias (Bahamonde, 2007; Martínez, Molina y Reyes, 2010). Además, me interesa comprender de qué modo los maestros que no tienen formación específica en las ciencias naturales enseñan el conocimiento científico en las aulas de primaria. Esto, bajo el supuesto de que todo maestro que orienta clase en estos grados escolares tiene formación en básica primaria, pedagogía infantil o educación para la infancia¹⁹, pero no formación en ciencias como puede ocurrir en los grados superiores.

No obstante, al iniciar mi trabajo de campo me di cuenta que las realidades de las aulas descartaban dicha conjetura, pues los maestros tenían formación distinta a la que yo suponía. La maestra de la escuela de Rafael Uribe Uribe era licenciada en biología, el maestro de la escuela de Usme en tecnología y el maestro de la escuela de Santa Fe y la maestra de la escuela de San Cristóbal, estaban formados en psicología y pedagogía reeducativa²⁰ respectivamente.

Aunque la formación de los maestros no correspondía con lo que oficialmente se requería ni con lo aquello que yo suponía, considero que estas particularidades, son una posibilidad para ver en el quehacer cotidiano de las clases de ciencias la

¹⁹ Nombres que en Colombia reciben las carreras profesionales que forman docentes para trabajar en los niveles de preescolar y básica primaria.

²⁰ Formación para estructurar, desarrollar y evaluar proyectos educativos de índole sociocultural.

prescripción normativa colombiana que permite a cualquier licenciado²¹ o profesional no licenciado²² orientar procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación básica.

Estas particularidades me permitieron obtener registros empíricos ricos y variados sobre cómo maestros de distintas formaciones profesionales orientan la movilización del conocimiento científico en estos grados escolares. Según Peña, Aristizabal y Correa (2011), en Bogotá, son escasas las investigaciones al respecto.

Así como las formaciones profesionales de los maestros fueron distintas, también sus años de experiencia como docentes de primaria variaron. La maestra de la escuela de Rafael Uribe Uribe tenía 31 años de experiencia, y justo ese año (2009) por motivos de salud había solicitado la pensión o jubilación para retirarse del magisterio. La maestra de la escuela de San Cristóbal llevaba 29 ejerciendo como docente de primaria, pero ese año debía entregar su cargo porque había perdido el examen de ingreso a la carrera docente y, por ende, su lugar de trabajo iba a ser ocupado por otra persona.

El maestro de la escuela de Santa Fe llevaba 5 años nombrado como docente de primaria; no obstante, en una conversación me comentó que su anhelo era encontrar un empleo que le permitiera ejercer su profesión de psicólogo. Y el maestro de la escuela de Usme, recién egresado de la universidad, cumplía 3 años de trabajar con niños de primaria, se había presentado para ser maestro de primaria ya que era el perfil con mayor disponibilidad de plazas o vacantes, sin embargo, en varias oportunidades manifestó su intención de desempeñarse como docente de tecnología en los grados superiores.

Antes de pasar al siguiente apartado quiero comentar que aunque registré durante un semestre las clases del maestro de tercero de la escuela de Usme, en esta investigación me centro en algunos episodios de dos de sus clases. Esto debido a que por lo general, él copiaba en el tablero el tema de la clase y una serie de preguntas de un libro de texto para que los niños las escribieran y respondieran en sus cuadernos y luego, sin comentar ni resolver la actividad, les daba permiso para salir al baño y tomar

²¹ Un licenciado es la denominación que se le da en Colombia a quienes se forman para trabajar como maestros.

²² En la normatividad política sobre la profesionalización docente el artículo 118 de la ley 115 de 1994 especifica que cualquier profesional puede desarrollar el ejercicio docente. Esto es, arquitectos, odontólogos, ingenieros, abogados, etc.

el refrigerio. A pesar de esto, no desistí de grabar sus clases porque consideré que para futuras investigaciones esos registros pueden ser de utilidad.

Luego de entretener algunas particularidades de las escuelas, las aulas, los estudiantes y los maestros del trabajo de campo, me dispongo a describir en detalle cómo ingresé a la vida cotidiana de estas aulas para seguir de cerca el movimiento del conocimiento científico en la trama de las clases de ciencias.

3. Adentrarme en las clases de ciencias

Seguir el movimiento del conocimiento científico en aulas de primaria, me implicó adentrarme y realizar estancias prolongadas en la cotidianidad de las clases de ciencias para obtener información empírica de lo que allí sucedía. “Estar allí”, parafraseando a Erickson (1989), permite descubrir lo invisible, hacer que lo familiar se vuelva extraño, comprender y, a su vez, aprender de los maestros y estudiantes y de aquello que realizan en esos momentos y lugares.

Para adentrarme en estos lugares necesité tener claro, como señalan Hammersley y Atkinson (1994), que mi participación debía ser encubierta, esto es, observar qué sucede, escuchar qué se dice y hacer acopio de los datos disponibles sin juzgar, ni intervenir en los problemas, conflictos y decisiones de las personas involucradas (Hammersley y Atkinson, 1994; Rockwell, 1994). Como sugiere Erickson: implica “desarrollar una capacidad reflexiva para detectar a los actores, entender sus intereses, acciones, alianzas y contextualizar históricamente los acontecimientos, para dar sentido y coherencia a lo que sucede” (1989: 141).

Con esto en mente, me dirigí a cada una de las aulas para observar qué sucedía en las clases de ciencias. El lapso que permanecí incorporada en cada aula dependió de las horas y de los días en que se impartían estas lecciones; por lo general dos horas y un día a la semana. Mi estancia en las escuelas fue de 5 meses entre julio y diciembre del año 2009.

La decisión de realizar el estudio en distintas zonas de la ciudad, en diferentes localidades, me impuso amplias distancias entre mi lugar de trabajo y el lugar de mi residencia. Estas condiciones me obligaron a ubicar y repartir, en la medida de lo posible, el trabajo de campo en las horas de la tarde para que no se cruzara con mi jornada laboral, ni con mis obligaciones como docente en una escuela pública.

Cada una de las clases de ciencias naturales las videograbé con el propósito de capturar las interacciones y volver sobre ellas en repetidas ocasiones. En total observé y videograbé veintisiete sesiones. Cada sesión con una duración aproximada de 120 minutos. En la tabla 02 muestro los contenidos, las sesiones y el total de horas videograbadas en cada grupo escolar:

	Escuela de San Cristóbal	Escuela de Rafael Uribe Uribe	Escuela de Santa Fe	Escuela de Usme
Temáticas	Los sentidos.	Ciclo del agua.	¿Qué es el sistema páramo?	La fotosíntesis.
	Circulación de plantas.	Estados del agua.	Experimentos.	El oxígeno.
	El calentamiento global.	Conociendo el laboratorio.	Haciendo el compost.	Los movimientos de los seres vivos.
	Problemáticas ambientales.	Formas de energía.	Tipos de compost.	Recursos naturales.
	Las verduras “Una sana alimentación”.	El universo y el sistema solar.	Seguridad alimentaria.	La materia.
	Sistema solar.	Movimientos del planeta Tierra.	Observación.	Taller sobre los temas vistos.
	Los movimientos del planeta Tierra.		Las bacterias del compost.	
		Repaso sobre los temas vistos.		
Horas grabadas	14	12	16	12
Total Horas grabadas	54			

Tabla 02. Contenidos, sesiones y horas videograbadas en cada grupo escolar.

Las grabaciones las realicé con una cámara de video que ubique de manera fija en un punto del salón, procurando interferir lo menos posible en el quehacer cotidiano. Tener estas videograbaciones fue un elemento valioso para el desarrollo de la investigación, pues me permitió congelar a través del tiempo y del espacio, el desarrollo completo de las temáticas en las clases y, en especial, el discurso hablado de los participantes del aula. Además, esta herramienta resultó fundamental para reconstruir, analizar y profundizar en diferentes aspectos de las interacciones verbales.

Sumado a las videograbaciones, también recolecté datos en un diario de campo. Esta otra herramienta etnográfica me ayudó a registrar detalles concretos, como prácticas e interacciones relevantes que sucedían durante las lecciones, recursos materiales que se utilizaban para realizar la exposición del contenido, datos de los niños de cada escuela, el ambiente material de los salones, conversaciones que sostuve con maestros y directivos, situaciones que sucedían fuera de los salones de clases, posibles ideas de categorías para analizar, entre otros. Estas anotaciones

fueron de gran ayuda para recordar detalles significativos que sucedieron en cada una de las clases y, por ende, enriquecer los datos obtenidos en las videograbaciones.

Al tener la información de mi experiencia directa en cada una de las aulas, me dispuse a estabilizar las interacciones verbales de maestros y estudiantes a través de transcripciones (Rex y Schiller, 2009).

4. Estabilizar las interacciones verbales

En un primer momento revisé y transcribí varias de las videograbaciones (con ayuda de la televisión), volver escritura lo que había grabado me llevó bastante tiempo. Una clase de 120 minutos tenía multiplicidad de interacciones que debía escuchar en repetidas ocasiones para comprender y transcribir lo que allí se decía.

En busca de una herramienta que me permitiera transcribir la colección de videos de un modo más ágil, conocí “Transana”; un programa computacional que facilita la transcripción y el análisis de datos videograbados. Con esta herramienta continué el proceso de transcripción que me ayudó a identificar con mayor agilidad los momentos de interacción interesantes para los propósitos de esta tesis –episodios de co-participación entre maestro y estudiantes- y transcribirlos. Quiero señalar que procuré hacer la transcripción de los registros lo más cercana posible a lo sucedido en las clases.

Luego de estabilizar en escritura algunas de las participaciones videograbadas, me dediqué a leer y releer un sinnúmero de veces cada uno de los fragmentos, para analizar qué sucedía en cada interacción y aquello que podía significar para los participantes del aula (Rex y Schiller, 2009; Rockwell, 2009).

Es, justamente, en el entramado o sucesión de asociaciones que tejía entre el trabajo de campo, la transcripción de los fragmentos del habla, la lectura y relectura de las transcripciones y los referentes teóricos, como se fueron componiendo mis comprensiones e interpretaciones sobre el objeto de estudio.

5. Sugerir categorías analíticas

Proponer categorías analíticas para seguir el movimiento del conocimiento científico en las aulas, fue un proceso y no un producto. Las categorías analíticas las reconfiguré y

desplacé hacia distintas direcciones a lo largo de la investigación, a partir de las distintas conexiones o asociaciones que entablé entre el trabajo de campo, las preguntas de investigación, la transcripción de los fragmentos conversacionales, la lectura y relectura de las transcripciones, los referentes teóricos y la elaboración y reelaboración de la descripción de datos.

En este ir y venir entre los datos empíricos y la teoría, agrupé fragmentos de conversación que consideré tenían puntos en común y me aventuré a poner en palabras aquello que veía. Este acercamiento me permitió identificar algunas categorías que parecían estar presentes en la composición del conocimiento científico en las aulas, como el conocimiento local, la argumentación y las fuentes de conocimiento. No obstante, a medida que el proceso de investigación avanzaba, dichas categorías parecían ser algo sesgadas, en el sentido que indicaban que el conocimiento científico que se produce en las aulas estaba conformado por ingredientes específicos, fijos y rígidos, como si fuera compuesto por agregados, difícilmente conectados entre sí.

Al reflexionar, sentí la necesidad de buscar otro tipo de aproximaciones que me permitieran mostrar dicho conocimiento como un tejido dinámico de conexiones. Fue entonces cuando me valí de las fuentes de conocimiento: observación, experiencia personal y argumentación, como categorías analíticas.

Sin embargo, a pesar de la intención de rastrear la movilización del conocimiento científico en las aulas (Nespor, 1994) como un entramado dinámico, estas categorías parecían, nuevamente, presentar este conocimiento como si estuviera conformado por fuentes fijas, determinantes, precisas y preestablecidas.

Al darme cuenta de que estas categorías analíticas imponían, de alguna manera, un marco de referencia fijo a mi objeto de estudio, consideré dejar de la lado la difícil tarea de imponer una unidad de análisis por anticipado y concentrarme, en rastrear este conocimiento en sus conexiones activas, es decir, en las múltiples e imprevisibles maneras en que maestros y estudiantes lo ponían a circular.

Al seguir de cerca dichas conexiones, pude percatarme de que los participantes parecían desplegar las explicaciones científicas a través de la observación de sucesos y de la conexión de espacios y tiempos distintos, esto es, personas y cosas presentes en la clase y, simultáneamente, personas y cosas distribuidas en otros tiempos y en otros espacios.

Centrar mi atención en estas cuestiones, me permitió ofrecer una mirada alternativa para seguir de manera flexible algunos de los vínculos que los participantes entablan con diversos elementos, ya no como si se tratara de un dominio especial o un tipo de cosa particular, sino como un movimiento ensamblado y peculiar de variadas asociaciones (Latour, 2005).

Describir de manera general el proceso por el que he pasado para sugerir una aproximación analítica a mi objeto de estudio, me permite entender las categorías analíticas como formas de entender que se reorganizan. En este sentido, los análisis que aquí presento no son producto de una mirada estática, por el contrario, podría decirse que se ensamblan en un constante movimiento, a través de las lecturas, relecturas y recompreensiones de mis datos empíricos.

Para seguir de cerca las múltiples conexiones que maestros y estudiantes establecen cuando ponen a circular el conocimiento científico en las aulas, requiero contar con herramientas teórico-metodológicas que me ayuden a capturar y escudriñar minuciosamente su movimiento, es decir, su proceso de ensamble; este será entonces el tema que abordaré en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO III. Herramientas teórico-metodológicas para seguir de cerca la movilización del conocimiento científico en aulas de primaria

En este apartado introduzco parte de las herramientas teóricas y metodológicas en las que he decidido apoyarme para seguir la movilización del conocimiento científico en aulas de primaria, esto es, las maneras de abordar el trabajo de campo, la descripción, el análisis y la exposición de los datos empíricos. Con base en esto, puedo decir que las herramientas que a continuación presento se constituyen en “la lente” a través de la cual voy a observar y comprender mi objeto de estudio. Es de señalar que el bagaje teórico que guía la indagación empírica de esta tesis no se agota en este apartado, a lo largo de los capítulos analíticos presento de forma específica otros aspectos conceptuales, según su pertinencia y utilidad en la interpretación de los datos.

1. Conocimiento en movimiento: una mirada dinámica a los aprendizajes que se elaboran en las clases de ciencias naturales

La primer herramienta teórica que requiero vincular, es una concepción de conocimiento que sea capaz de reunir y de volver a relacionar sus modos de ensamblarse. En razón a esto, sugiero entretener la noción de conocimiento propuesta por Nespor (1994), porque considero me permite entender los aprendizajes que se elaboran en las clases de ciencias como dinámicos y cambiantes, y no lineales, individuales y acabados.

Para Nespor (1994), aprender es adquirir la capacidad de desplazar conocimientos de un tiempo y un espacio a otro. Esto significa que en el tiempo y en el espacio podría encontrarse la clave para entender las maneras en la cual los estudiantes aprenden y, en particular, en las clases de ciencias.

Para hablar del conocimiento como proceso que se moviliza en el tiempo y en el espacio, este investigador sugiere desviar la atención de las mentes aisladas y de los grupos en interacción cara a cara para centrarla, en los vínculos particulares de

elementos heterogéneos, -como lugares, personas, momentos, objetos presentes en el ambiente inmediato-, pero también, alejados espacial y temporalmente de la situación en los modos en que se organizan y producen las actividades (Nespor, 1994).

Este investigador al igual que otros analistas (Lesgold, 1988; McDermott, 1990; Lave, 1991) señala que el énfasis que suele dársele al conocimiento como proceso psicológico interno lo reduce a mentes individuales y descontextuadas, y le otorga, por tanto, un carácter universal, homogéneo, objetivo y desinteresado (Chaiklin y Lave, 2001). Así entonces, argumenta que tanto las posturas de la psicología social, como las de la psicología cognitiva, entienden el conocimiento como adquisición de un sistema cognitivo individual; la primera centra la atención en las actitudes y las orientaciones de los individuos en interacción social y la segunda, enfoca la atención en el aprendizaje en términos de una arquitectura interna del que aprende.

El autor afirma también que algunos de los trabajos que siguen la tradición de Vygotsky (1978; 1994), -aquellos que centran sus análisis en los procesos psicológicos de relación inter e intra y en las interacciones cara a cara-, muestran la distribución social del conocimiento desde una postura estática del tiempo y del espacio; omitiendo la manera en que las personas se vinculan entre sí, con quienes los rodean, con las economías del mundo y los flujos globales de cultura que configuran y proporcionan los recursos de la práctica cotidiana.

Es justamente el reconocimiento de estas concepciones las que conducen al investigador a rechazar algunos de los supuestos de las psicologías tradicionales y a sugerir que el conocimiento no ocurre de manera individual ni aislada, las personas lo movilizan a lo largo de itinerarios particulares al entretener y combinar de formas creativas elementos heterogéneos y dispersos en el tiempo y el espacio (Callon, 1986). De esta manera se asume que el aprendizaje es la capacidad de movilización del conocimiento

Esta reconceptualización de lo que puede significar conocimiento, resulta relevante para los propósitos de esta Tesis, pues me ayuda a entenderlo como dinámico y capaz de desplegarse de maneras flexibles, al vincularse con personas, herramientas, lugares y momentos distribuidos más allá del instante y el espacio de la clase. Como lo señala Nespor, dichas conexiones pueden concatenar personas u objetos “que quizá jamás estén físicamente presentes o que nunca interactúan directamente entre sí” (Nespor, 1994: 9).

Desde esta perspectiva, indagar por el conocimiento en las aulas implica, dejar de buscar de manera individual en los maestros o los estudiantes, en las tareas asignadas, en las herramientas externas o en el medio inmediato (Chaiklin y Lave, 2001), para rastrearlo en la multi-direccionalidad de las interacciones, en el entramado que los mantiene unidos para volverlos conmensurables y permitirles funcionar juntos. Así, desde esta concepción, podría decirse que maestros, estudiantes, objetos, contenidos y referentes, interactúan simultáneamente y se combinan de formas particulares en cada una de las situaciones de enseñanza (Candela, 2010). Se sugiere que dicha concepción de conocimiento puede brindar otros modos de acercamiento a aquello que comúnmente se identifica y se entiende como “conocimiento científico en el aula”.

Hago explícito entonces que cuando me refiero a la “movilización” del conocimiento científico en las aulas, no lo comprendo como una entidad que se transporta o adquiere como si fuera un objeto que se mantiene igual, sino como la multiplicidad de conexiones, fusiones y transformaciones que maestros y estudiantes despliegan para configurar esta forma de explicar la realidad en las clases de ciencias. Como sugiere Latour:

Lo que llamamos “conocimiento” no puede definirse sin entender lo que significa *adquirir* conocimiento (...) El “conocimiento” no es algo que pueda describirse a sí mismo, como tampoco se describe por oposición a “ignorancia” o a “creencia”; sólo es posible describirlo al tomar en cuenta un ciclo completo de acumulación: cómo regresar las cosas a su lugar para que alguien las vea por primera vez, de tal suerte que otros puedan ser enviados de nuevo para traer las cosas de regreso (Latour, 1992: 220).

Para llevar a cabo dicho trabajo, es necesario describir en detalle los distintos modos en que los participantes, desplazan y reúnen elementos diversos dispersos en el tiempo y en el espacio. Esto implica examinar dicha movilización en la trama de interacciones, en el momento en el cual maestros y alumnos articulan entornos distantes en posiciones centrales (Callon, 1986; Latour, 1992), o elaboran diversos

itinerarios en trechos espaciales y temporales más amplios que los contextos inmediatos (Giddens, 1985).

Para lograr este propósito, me adentro en la cotidianidad de las clases de ciencias para documentar de manera exhaustiva y sin distinciones *a priori*, la gama de vínculos que los participantes establecen con elementos heterogéneos; personas y cosas presentes en la situación y personas y cosas alejadas espacial y temporalmente (Nespor, 1994).

Entender el conocimiento científico en las aulas como dinámico, posibilita convertir en permeables las fronteras presupuestas del salón de clases; dejar de lado la actitud valorativa y superar las miradas dicotómicas y de “deber ser”. En este sentido, esta noción de conocimiento dinámico, parece proporcionar una mirada más compleja y flexible que trasciende la idea convencional y predominante de entenderlo como una simple transmisión unidireccional de contenidos.

Quiero señalar que aunque esta noción de conocimiento fija su atención en la organización espacio temporal de la práctica, el tema de espacios-tiempos sólo será analizado en el capítulo V. Sin embargo, hago explícito que tomo esta noción de conocimiento como transversal en la Tesis, en tanto me ofrece una mirada alternativa para entender al conocimiento científico en las aulas como flujo de conexiones o de multiplicidad de elementos que se imbrican simultáneamente de manera diversa y heterogénea (Chaiklin y Lave, 2001).

Resulta pues, fundamental adentrarse en este conocimiento a través del quehacer cotidiano de las clases de ciencias. A continuación, entretejo otra herramienta teórico-metodológica que considero me provee de diversos elementos para comprender y aprender de lo que allí acontece.

2. Perspectiva etnográfica

La perspectiva interpretativa que orienta el trabajo de campo y la descripción de mis datos empíricos, es la etnográfica (Erickson, 1989; Rockwell, 2009). Este enfoque de investigación interpretativo y cualitativo se caracteriza por centrar la atención en el sentido que los actores le otorgan a las acciones en la vida social (Erickson, 1986).

Rockwell (2009) señala que esta perspectiva investigativa "(...) denota bastante más que una herramienta de recolección de datos y no es equivalente a la observación participante (...). Tampoco suele identificarse como método; se insiste más bien en que es un enfoque o una perspectiva, algo que se empalma con método y con teoría, pero que no agota los problemas de uno ni otro" (Rockwell, 2009: 18-19). Podría decirse, que la etnografía refiere tanto a una forma de proceder en la investigación de campo como al producto final de la investigación (Rockwell, 2009), y que lejos de ser una secuencia lineal, etapas ordenadas en el tiempo y en el espacio, se trata de un proceso flexible que se configura y reconfigura a través de la experiencia de campo y del trabajo analítico (García Jiménez, 1994; Rockwell, 2009).

Rastrear la movilización del conocimiento científico en las aulas desde esta perspectiva, proporciona una dimensión cotidiana y por tanto un acercamiento a algunos de los aspectos del quehacer diario de maestros y estudiantes. Ofrecer una aproximación a los significados particulares que los participantes dan a sus propias prácticas, desde sus propias lógicas o puntos de vista, no es un asunto trivial (Erickson, 1986); en ocasiones la vida cotidiana que transcurre en estos lugares y momentos puede ser invisible debido a su proximidad o "familiaridad" (Erickson, 1986: 121). Para Erickson *et al.* (1990) volver visible la vida diaria que acontece en las aulas, pasa por "hacer extraño lo familiar".

Hacer que aquello que maestros y estudiantes viven en las clases de ciencias naturales se torne extraño, significa describir de forma sistemática los detalles concretos de sus interacciones cotidianas (Erickson, 1986). Es decir, intentar entender sus puntos de vista, los significados que estos le otorgan a lo que están haciendo en los momentos de la acción (Erickson, 1986), con la finalidad de hacer evidentes las prácticas sociales que ahí tienen cabida (Green y Bloome, 1997).

Para lograr una aproximación a las cotidianidades de las clases de ciencias y documentar aspectos que allí acontecen desde los significados de sus actores involucrados, requiero acercarme a sus saberes sin la pretensión de elaborar juicios o sin una mirada prescriptiva y evaluativa que unifique de manera abstracta y formal aquello que sucede (Candela, 1999; Rockwell y Ezpeleta, 2003). Para ello es necesario abandonar la marcada tendencia occidental de decir aquello que no se hace, se hace mal o debe ocurrir en las clases, así como de tratar de probar los propios valores o

creencias (Heath y Street, 2008), para dar cabida a la descripción de aquello que sí sucede.

Analizar el quehacer de maestros y estudiantes “sin posicionarme, necesariamente, en un modelo ideal preconcebido, ya sea de la ciencia en sí misma o de la educación y el aprendizaje” (Edwards, 1999: 13), me permite focalizar la atención en las complejas y múltiples tramas por las que estos transitan para movilizar aquello que se denomina como conocimiento científico en las aulas (Nespor, 1994). Lograr este cometido implica “mantener apertura a sus maneras de comprender el mundo, respetar el valor de sus conocimientos” (Rockwell, 2009: 23) y “derivar percepciones teóricas dentro de las particularidades” (Street, 1993: 86).

Para comprender cómo maestros y estudiantes movilizan este conocimiento en las aulas, sugiero rastrearlo en discursos observables como el lenguaje verbal. Por tanto, en este estudio centro mi atención en analizar aquello que los participantes expresan a través del habla en las clases de ciencias, discurso que se constituye en una importante fuente de información para esta investigación (Candela, 1999).

Seguir el movimiento del conocimiento científico en las aulas inserto en las interacciones verbales, me conduce a hilvanar a la perspectiva etnográfica algunos recursos teórico-metodológicos del análisis del discurso, desde una perspectiva sociohistorica y cultural.

Sugiero que los recursos que aporta el análisis del discurso desde esta perspectiva, posibilitan comprensiones amplias de las interacciones verbales; en el sentido de que los análisis vinculan procesos sociales e históricos de espacios y tiempos distintos, que van más allá del momento y el lugar de la clase (Nespor, 1994; Rockwell y Ezpeleta, 2003). Desde esta perspectiva analítica se escudriñan de manera minuciosa los modos por los cuales los participantes del aula entrelazan, a través del lenguaje verbal, referentes, contenidos, objetos, personas, momentos y lugares, presentes en la situación y también, distribuidos en otros tiempos y espacios.

Reconozco que la movilización de este conocimiento también puede seguirse a través del análisis de otros lenguajes; “gestos, proxémica, miradas, desplazamientos y en general de las acciones” (Naranjo, 2011: 26). Algunos investigadores, como Ogborn *et al.*, (1996), Kress *et al.*, (2001), Naranjo y Candela (2006), y Naranjo (2009, 2011), se han ocupado de realizar estudios multimodales de la ciencia en el aula y han hecho aportes muy

valiosos al tema. Sin embargo, resalto que en este estudio focalizo el análisis en el lenguaje verbal, pues considero que arroja pistas importantes sobre las conexiones que maestros y estudiantes despliegan cuando ponen a circular el conocimiento científico en las aulas.

No obstante, preciso que en algunos momentos haré indicaciones sobre algún otro modo de comunicación, movimientos corporales, desplazamientos espaciales, imágenes o dibujos. Esto con el propósito de elaborar un análisis cercano a los complejos eventos discursivos que suceden en las clases de ciencias. Así entonces, en este estudio pongo el foco en el lenguaje verbal y sólo en algunas ocasiones articulo otro modo comunicativo, pues reconozco que “el discurso es más que lo se escucha” (Rex y Schiller, 2009: 8).

3. Análisis del discurso en las aulas: una aproximación sociohistórica y cultural

Debido al reconocimiento que tiene el lenguaje hablado en la enseñanza y el aprendizaje (Cazden, 1991; Rex y Schiller, 2009) y, en concreto, a su importancia en la construcción del conocimiento científico en las aulas (Sutton, 1992; Candela, 1999, 2001, 2006; Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003); el estudio de las interacciones y el habla resulta ser un medio especialmente relevante para rastrear los procesos mediante los cuales maestros y estudiantes movilizan modos de ver y entender el mundo en las clases de ciencias. Como señala Candela (1999), el análisis del discurso se convierte en un medio privilegiado para estudiar los procesos de comunicación donde se negocian y construyen conocimientos.

Para llevar a cabo dicho análisis, me sitúo sobre una perspectiva sociohistórica y cultural (Vygotsky, 1978; Lacasa, 1989; Rogoff, 1993; Rex y Green, 2007). Dicha perspectiva implica examinar las participaciones verbales de maestros y estudiantes como un continuo flujo de múltiples conexiones con diversos tiempos, espacios y actores, en un ir y venir entre el adentro y el afuera de las aulas, entre lo micro y lo macro (Heller & Martin-Jones, 2000, citado en Rex y Green, 2007). En otras palabras, se trata de revisar minuciosamente las interacciones de los participantes como redes de relaciones que se extienden más allá de la clase y del aula, donde además de las

personas y las cosas del entorno inmediato, interactúan con entidades distantes que confluyen en el encuentro (Nespor, 1994).

Sugiero que analizar el discurso del aula desde esta perspectiva, puede proporcionar una comprensión de las interacciones verbales como entramados cambiantes y complejos que vinculan la situación y el espacio en el que ocurren, así como los antecedentes sociales, históricos y culturales de quienes participan, en un todo unificado (Nespor, 1994; Putney, Green, Dixon, Durán y Yeager, 2000).

Para llevar a cabo un análisis desde esta perspectiva requiero:

- Estabilizar las interacciones del habla a través de transcripciones.
- Centrar mi atención en el habla espontánea de maestros y estudiantes.
- Leer cada transcripción varias veces con el propósito particular de rastrear mi objeto de estudio y comprender lo que allí sucede y lo que puede significar para los participantes; procurando no caer en “evaluaciones o apreciaciones (...) desde un modelo explícito o implícito de lo que debe ser la enseñanza” (Candela, 2001: 3).
- Estudiar la movilización del conocimiento científico en las aulas sin separar lo que dicen los maestros de lo que dicen los estudiantes. Esto implica, examinar aquello que sucede momento a momento, quién habla a quién, sobre qué, de qué manera, en qué condiciones, con qué fines, y qué resultados tiene para esa movilización (Putney, Green, Dixon, Durán y Yeager, 2000; Rex y Schiller, 2009).
- Apoyarme en la información que tengo de las dinámicas de la clase, de las personas involucradas, de sus contextos culturales, sociales e históricos, para captar las singularidades en la interpretación y construcción de significados en cada aula (Candela, 2001). Como establece Lacasa (1989: 13): “intentar examinar las relaciones entre las cosas sin tratar de aislarlas”.
- Describir las múltiples conexiones que maestros y estudiantes entablan con elementos de la situación presente y con elementos que traen de tiempos y

espacios externos. Es decir, analizar las interacciones verbales de maestros y estudiantes vinculadas con tiempos y voces del pasado, con el presente y el futuro posible (Rex y Schiller, 2009).

- Entender que el discurso de las aulas refiere a construcciones culturales, sociales e históricas que poseen características propias que son aportadas por los participantes, pero que se modifican en el mismo proceso de interacción (Edwards, 1995).

- Analizar las participaciones verbales de manera simultánea y multidireccional, en relación con las secuencias de turnos -primera y siguiente participación- (Edwards y Potter, 1992), así como en las interconexiones que estas pueden tener con los turnos que se han sucedido antes o después de su enunciación.

Sugiero que esta manera de analizar el discurso puede ayudar a hacer rastreable y evidente el flujo inesperado de conexiones que maestros y estudiantes establecen con diferentes elementos. Los recursos que aporta esta perspectiva analítica ayudan a expandir los límites espacio-temporales que con frecuencia se le imponen a las interacciones verbales de maestros y estudiantes en las clases de ciencias, y tal como resalta Rockwell pues (2006: 9): “sólo tomando en cuenta lo que ocurre en este tiempo múltiple es posible empezar a explicar el fenómeno del aprendizaje escolar”.

No quiero terminar este apartado sin antes mencionar que, aunque Nesper (1994) toma distancia de algunos trabajos que siguen la tradición vygotskyana, por considerar que los análisis de interacción cara a cara dejan al conocimiento condenado al interior de las aulas, (Nesper, 2002), el análisis del discurso desde la perspectiva sociohistórica-cultural que propongo tiene puntos de enlace con la noción de conocimiento en movimiento de dicho autor, pues propone estudiar las interacciones de los participantes sin fronteras delimitadas, destacando su heterogeneidad y permeabilidad a la situación inmediata y a los múltiples elementos de otros momentos y lugares (Chaiklin y Lave, 2001; Nesper, 2002).

Sumado a estas herramientas teórico-metodológicas, a continuación articulo la concepción de conocimiento científico con la que me aproximo a “ver” lo que acontece en las clases de ciencias. Considero que dicha concepción resulta relevante para este

estudio puesto que de ella depende, en gran medida, la lectura, interpretación y comprensión que realizo de mis datos empíricos. De ahí, la necesidad de hacerla explícita y vincularla a mis herramientas analíticas.

4. El conocimiento científico desde los estudios sociales de la ciencia

La noción que retomo para entender el conocimiento científico es la propuesta por los estudios sociales de la ciencia, (Callon, 1986; Latour y Woolgar, 1995, Latour, 2001; Knorr-Cetina, 2005). Adopto esta aproximación porque concibe al conocimiento científico como proceso situado y colectivo, esto es, sujeto a personas, intereses, recursos, oportunidades, problemas económicos, interpretaciones e idiosincrasias del lugar en el que ocurre (Knorr-Cetina, 1981; Latour, 2001).

Estos estudios de la ciencia abandonan la idea de que el conocimiento científico es objetivo, neutral y propiedad de un proceso cognitivo individual o de mentes y culturas estáticas (Latour y Woolgar, 1995). Se desplazan entonces hacia la comprensión de que este conocimiento se encuentra en constante elaboración por diversos actores -personas, objetos, referentes sociales y culturales-, interrelacionados de modos concretos y variados (Hutchins, 1995; Latour, 2001).

Esta comprensión de conocimiento científico parece a su vez entrar en diálogo con las aportaciones teóricas de Elkana (1983), quien sostiene que este es una construcción histórica, un modo más de entender la realidad, que puede variar de una persona a otra, de una disciplina a otra y, sin duda, de una época a otra y que, por tanto, no es ajeno, aislado, incuestionable ni apartado de las culturas.

En suma, podría decirse que desde esta mirada, la ciencia ya no se comprende como producto de una racionalidad especial que busca descubrir verdades (Latour y Woolgar, 1995; Knorr-Cetina, 1981), sino como resultados de una actividad humana que no es neutra ni se encuentra distante de los problemas sociales (Stiefel, 1995; Fourez, 2008).

Los estudios sociales de la ciencia al analizar el conocimiento científico a través de aproximaciones etnometodológicas han puesto al descubierto que este no es producto de un único método “impersonal, invulnerable y objetivo que siempre conduce

al conocimiento verdadero” (Candela, 1993: 34), pues se encuentra distribuido en un conjunto de prácticas y de estrategias discursivas que los actores movilizan de maneras flexibles a través de elaboración de preguntas, construcción de hipótesis, búsqueda de financiación, uso de instrumentos, obtención de datos, indagación de información, capacidad de educir²³, uso de nomenclatura y terminología, entre otras. Así mismo, los actores conversan, discuten, argumentan y persuaden, negocian o buscan consensos, analizan, explican y ponen en palabras el camino recorrido, de esta manera pueden representar, comunicar y establecer una verdad a través de distintas inscripciones como escrituras, impresiones, gráficas, dibujos, diagramas o esquemas. Estas prácticas aquí enumeradas, se hallan inmersas y relacionadas dialécticamente con estructuras sociales y de poder, las cuales a la vez que condicionan el conocimiento (Candela, 1998), lo posibilitan.

Comprender el conocimiento científico desde esta mirada resulta consecuente tanto con las herramientas teórico-metodológicas que he descrito anteriormente como con la intención, que planteo en el problema, de poner “en tela de juicio algunas suposiciones idealizadas que continúan siendo el sostén de gran parte de la teoría y la práctica educativas” (Edwards, 1999: 13); y se sugiere abordarlo como interacciones múltiples, constantes y particulares de diversos actores -personas, objetos, contenidos, referencias sociales, culturales e históricas-, o como un conjunto de prácticas heterogéneas e inacabadas, ires y venires, conexiones y fusiones que van más allá de la situación inmediata.

En este apartado he procurado establecer entre, conocimiento en movimiento, perspectiva etnográfica, análisis del discurso desde una perspectiva sociohistórica y cultural y conocimiento científico desde los estudios sociales de la ciencia, una visión analítica e interpretativa que me permita rastrear y a hacer rastreable, el proceso de ensamble del conocimiento científico en las aulas del trabajo de campo. Sugiero que esta combinación de perspectivas teóricas puede ser un potencial expresivo (Strike, 1974), al hacer permeables las fronteras espacio temporales sobre las cuales suelen concebirse las clases de ciencias y entender que maestros, estudiantes, así como objetos, contenidos, referentes sociales, culturales e históricos, interactúan

²³ Según Bruno Latour, en su libro “La esperanza de Pandora” (1999), la palabra educir significa articular la muestra con el instrumento de observación para la construcción de categorías. En otras palabras, significa poner palabras a las muestras que se recogen, convertirlo en signo.

simultáneamente y se conectan de maneras varias en cada situación. En síntesis, considero que estas herramientas teórico-metodológicas permiten destacar el carácter dinámico, complejo y flexible de la elaboración del conocimiento científico en estas aulas.

La combinación de perspectivas teóricas que he presentado hasta el momento, además de enriquecer las posibilidades descriptivas y analíticas de mis datos empíricos, ofrece herramientas para escudriñar minuciosamente la compleja trama de conexiones que maestros y estudiantes despliegan en las clases de ciencias, proporcionando así, otra manera de estudiar la educación en ciencia, que hasta el momento, como afirma Tobin (2013), ha sido dominada por la teoría del cambio conceptual -idea propuesta por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) que implica la sustitución o el remplazo de las concepciones “erróneas” sobre los fenómenos naturales, desde el punto de vista de las ciencias, por unas científicamente aceptadas- (Moreira, 2003; Candela, 2012).

No obstante, es necesario mencionar que estas miradas teóricas-metodológicas son sólo una manera de reconstruir aquello que se evidencia en mis datos empíricos, dentro de las multiplicidad de análisis posibles (Candela, Rockwell y Coll, 2009).

Con el apoyo de estas herramientas, me aventuro entonces a recorrer algunos de los caminos imbricados por los que circula el conocimiento científico en las aulas de mi trabajo de campo. Me dedico pues, en primera instancia, a seguir algunas de las maneras en que maestros y estudiantes movilizan la observación de fenómenos científicos para luego, focalizar mi atención en algunos de los modos en que vinculan espacios y tiempos distintos al desplegar este conocimiento.

CAPÍTULO IV. Tornar presentes observaciones ausentes: aprender a mirar el mundo con los ojos de la ciencia

Enseñé mi obra de arte a las personas mayores y les pregunté si mi dibujo les daba miedo. —¿por qué habría de asustar un sombrero?— me respondieron. Mi dibujo no representaba un sombrero. Representaba una serpiente boa que digiere un elefante (“El Principito” Antoine de Saint-Extupéry)

Uno de los propósitos que se pretende alcanzar en las clases de ciencias naturales en la escuela primaria, es que los niños y las niñas aprendan a observar analíticamente el mundo que los rodea (Gutiérrez, 2004; Magaña y Magaña, 2005), o “desarrollen competencias para ser “buenos” observadores (MEN, 1998; MEN, 2004). Por su parte Busquets, Juandó, Geli y Trebal (1995), expresan:

En la etapa de Enseñanza Primaria, las actividades curriculares deben proporcionar al alumno los instrumentos básicos para el aprendizaje de nuevos conocimientos. El procedimiento de observación científica es uno de los instrumentos más valiosos para proporcionar información (Busquets, Juandó, Geli y Trebal, 1995: 1).

Para que los niños sean “buenos observadores” se supone que deben ser capaces de fijarse en aquello que está pasando, de relacionar lo que “ven” con aquello que ha sucedido antes, de predecir aquello que puede pasar, poner a prueba aquello que piensan, así como producir evidencias que los hagan reflexionar, recapacitar, aceptar, argumentar o rechazar tanto sus propias ideas, como las de los demás (Gutiérrez, 2004).

Parece entonces que la observación o experiencia sensorial (*aspecto empírico*) es uno de los aspectos más significativos en las clases de ciencias en la escuela primaria, pues a través de ésta los niños y los maestros razonan, discuten y producen evidencias para hacer creíble y convincente un hecho, un proceso, un principio o un concepto (Edwards, 1996; Candela, 1999; Gutiérrez, 2004). De ahí, que varias corrientes de educación propugnen que la demostración a través de evidencias, es

decir, mostrar a los niños que en efecto así ocurre y así es, tiene un valor epistemológico fundamental en el aprendizaje de las ciencias en los primeros años escolares (Gutiérrez, 2004; Gellon *et. al.*, 2005).

No obstante, a pesar del valor que se le otorga a la observación para desarrollar actitudes científicas, diferentes estudios sostienen que en la mayoría de las lecciones de ciencias en las escuelas primarias, el aspecto empírico suele tener una aparición escasa generalmente solo para corroborar o ilustrar una explicación, pero pocas veces para estimular la creatividad y la curiosidad de los estudiantes (Tonucci, 1995; Del Carmen, 2000; Gellon *et. al.*, 2005; Pérez, 2005; Cano y Cañal, 2006; Cañal 2007; Furman, 2008; Pro Bueno, 2011).

Asimismo, varios investigadores que afirman que la observación en las clases de ciencias parece tornarse en una serie de instrucciones prescriptivas para mostrar cuánta razón tiene el maestro o el libro de texto, como si fuera un dogma al cual hay que adherir sin cuestionar (Tonucci, 1995; Gutiérrez, 2004). Los maestros al parecer, conciben la ciencia como un conjunto definitivo de hechos y verdades establecidas que se deben transmitir y que cada estudiante debe repetir, aceptar y memorizar (Furman, 2008).

Orientamos y aún adoctrinamos a nuestros alumnos para que crean lo que les decimos los maestros, para que crean lo que dicen sus libros, pero ni alumnos, ni libros, ni maestros argumentamos suficientemente, durante la clase o fuera de ella, cuando menos en los momentos críticos, para sustentar con evidencias y con pruebas los hechos, nociones, ideas, principios y relaciones que proponemos como conocimientos (Gutiérrez, 2004: 125).

Paralelo a esta forma de entender la producción de evidencia empírica en las clases de ciencias, encuentro que diversas investigaciones señalan que aprender a “ver” la realidad con los ojos de la ciencia, requiere enseñarse deliberadamente pues los sujetos no “ven objetivamente” sino que sólo interpretan lo que sus ideas previas les permiten percibir (Candela, 1999; Furman, 2008). Esto significaría que no basta con presentar a los niños un fenómeno para que lo “vean” espontáneamente, sino que se necesita de alguien que lo enseñe, que ayude a focalizar ciertos aspectos del

fenómeno en cuestión, destinando tiempo y estrategias específicas para tal fin (Furman, 2008). De modo, que si se desea que los niños elaboren una comprensión de los conocimientos científicos convencionales, es necesario realizar hacer algo más que la simple observación de los fenómenos (Edwards y Mercer, 1987; Gil, *et. al.*, 2000). Driver (1983) explica:

Las explicaciones no surgen clara o únicamente a partir de datos. Los modelos teóricos y las convenciones científicas no las “descubren” los niños mediante el trabajo práctico, aunque sea de naturaleza abierta. Deben ser presentadas. Y se necesita guía para ayudarlos a asimilar sus experiencias en lo que es posiblemente una nueva forma de pensar para ellos (Driver, 1983: 8, 9).

Por su parte Lemke (1997) afirma que llevar a los estudiantes a comprobar teorías científicas a través de la sola observación, como si el fenómeno estuviese a la espera de ser revelado, es un indicativo de que las ciencias se enseñan desde una visión de un único método científico, la cual, dice él, es “altamente dudosa como simple descripción del trabajo actual de la ciencia” (Lemke, 1997: 186, 187).

Estos modos recurrentes, de entender la producción de evidencia empírica en las clases de ciencias, parecen mostrar un dilema (Edwards y Mercer, 1988): cuando los maestros transmiten a los niños los contenidos conceptuales son tildados de transmisionistas o tradicionales, y cuando se adhieren a la idea de que la observación puede llevar a los estudiantes a aprender un tema a profundidad, se les señala de tener una mirada ingenua de la ciencia; en el sentido, de que si bien, las observaciones permiten construir algunas ideas acerca de los fenómenos, existe un cuerpo conceptual que el estudiante no descubre ni construye espontáneamente.

Este tipo de abstracciones teóricas parece clasificar en una especie de dicotomía el sinfín de interacciones, prácticas e imprevistos que los maestros y los estudiantes deben enfrentar en las clases de ciencias para producir evidencia de los fenómenos científicos, como si se tratara de formular desde el “deber ser”, “leyes” capaces de explicar la pluralidad de las prácticas (Edwards y Mercer, 1988; Jackson, 2010).

Quizás, en el afán de mostrar una única parrilla de lectura y dilucidar un único y mejor método para enseñar y aprender a ser “buenos observadores”, se desconoce o se pasan por alto las numerosas situaciones en las que los participantes se ven envueltos para hacer creíble y convincente cierta versión de la realidad, como los recursos físicos, la organización del salón, los temas que se abordan, el número de estudiantes, las singularidades de los participantes, el tiempo de la sesión, las intervenciones y demandas de los niños, entre otras (Edwards y Mercer, 1988). Se puede decir, que bajo estas miradas dicotómicas se escapa la heterogeneidad de interacciones que los participantes movilizan para tornar presentes observaciones ausentes en relación con los fenómenos naturales.

Investigadores de distintas latitudes preocupados por superar el mito de las prácticas perfectas y las abstracciones teóricas un tanto idealistas, ingresan al quehacer cotidiano de las clases de ciencias para explorar algunos de los modos en que maestros y estudiantes producen y justifican la “observación” de un fenómeno científico. Candela (1999) por ejemplo, se adentra a una escuela primaria mexicana para describir el proceso discursivo a través del cual maestro y estudiantes constituyen la descripción científicamente legítima de un experimento. Ella encuentra que lo que se “ve” es una construcción discursiva que puede variar dependiendo de los sujetos, de sus concepciones y del contexto de interacción” (Candela, 1999: 67). Sugiere entonces que, “la evidencia empírica aparece como una construcción discursiva que puede generar descripciones alternativas” (Candela, 1999: 67). Sanmartí, Márquez y García (2002), en escuelas españolas encuentran que la observación y la explicación de un modelo científico, -entender cómo y por qué sucede-, se entrecruzan con representaciones imaginadas, experiencias, instrumentos, analogías, ideas y palabras. Y Sanmartí (2007), pone en evidencia que los niños y las niñas de educación infantil y de escuelas primarias en España recurren constantemente a metáforas y analogías para explicar un fenómeno observado, por lo que sugiere que el lenguaje es el instrumento que da sentido a los hechos y el medio para contrastar diferentes explicaciones.

Este tipo de hallazgos permite advertir que movilizar la observación de un fenómeno científico, va más allá del simple hecho de “pelar los ojos” (Gutiérrez, 2004: 128); la evidencia empírica, como sugiere Candela, “es una construcción social

discursiva y esencialmente retórica” (1999: 95), donde el lenguaje, las versiones alternativas de los estudiantes, los instrumentos y la guía del maestro, se entrecruzan.

Esta mirada respecto a la aparente “objetividad” de la observación en la enseñanza de las ciencias parece entrar en consonancia con distintas perspectivas. Con Fourez (2000, 2008), porque en sus estudios epistemológicos expresa que quienes observan no son personas pasivas, ya que reconstruyen, actualizan y presentan lo que “ven” de diferentes maneras; con Maturana (2009), porque en sus investigaciones sobre los fundamentos biológicos del conocimiento plantea que la observación, lejos de proveer hechos absolutos, universales e independientes del observador, refiere a aquello que este hace, es decir, a un proceso y no a un producto; y con Latour (2001), porque en sus análisis etnometodológicos muestra de manera insistente que en lugar de la pálida y exangüe objetividad, las observaciones empíricas que suceden en las prácticas de laboratorio tienen historia, flexibilidad y cultura.

Este recorrido a través de estudios de diversos campos sobre la relación entre “percepción” y construcción de conocimientos científicos -educación científica (Candela, 1999; Sanmartí, Márquez y García, 2002; Sanmartí, 2007), epistemología (Fourez, 2000; 2008), biología del conocimiento (Maturana, 2009) y estudios sociales de la ciencia (Latour, 2001)-, me ayuda a comprender que “observar” un fenómeno científico, refiere a un proceso dinámico, donde los observadores consideran, seleccionan y vinculan diversos elementos de formas heterogéneas, para recrear y, al mismo tiempo, establecer su existencia. Señalan varios investigadores que este modo de entender suele invisibilizarse tanto en la ciencia como en la enseñanza de esta (Lemke, 1997; Candela, 1999; Latour, 2001; Gutierrez, 2004). En palabras de Fourez:

Se trata reconocer que nuestra visión depende del lugar desde dónde miramos: es propia de cada individuo, incompleta y parcial. Está en relación con lo que nos da sentido (nuestras creencias, nuestros presupuestos, nuestros proyectos, nuestras heridas psicológicas, nuestro medio social, etc.). Está también ligada a nuestro cuerpo, que impone limitaciones a nuestra manera de ver (Fourez, 2008: 17).

Abandonar la noción positivista que con frecuencia se le da a la “observación” como fuente “natural”, “pura”, “objetiva”, “fija” e “incuestionable” de conocimiento, me conduce a querer rastrear las distintas maneras que tienen los participantes para desplegar la experiencia sensorial de un fenómeno natural o físico. Este énfasis implica, según los propósitos generales de esta investigación, poner especial atención en la multiplicidad de conexiones que maestros y estudiantes establecen con diversos elementos para tornar presentes observaciones de fenómenos científicos que parecen estar ausentes.

A fin de lograr este cometido, y reconociendo que lo que se “ve” se encuentra en conexión con los medios de observación que el sujeto posee en su época (Nespor 1994), me dedico, de modo particular, a seguir de cerca las distintas maneras en que maestros y estudiantes despliegan la observación de fenómenos científicos en los diversos medios que suelen usar para exhibirlos. Con esto pretendo hacer evidente que estos se valen de múltiples medios para reorganizar la mirada desde la ciencia, pues como afirma Gutierrez: “en ocasiones se llega a excesos notables en la sacralización del experimento” (Gutiérrez, 2004: 94). Latour (2001), Sanmartí, Márquez y García (2002), y Golombek (2008) resaltan que visibilizar un fenómeno científico no necesariamente implica la manipulación y experimentación con objetos concretos, pues puede lograrse, entre otros, a través de dibujos, gráficos, diagramas, maquetas o expresiones verbales.

Seguir de cerca el flujo de conexiones que maestros y niños establecen a través de distintos medios para hacer “visibles” los fenómenos científicos en las aulas, permite, por una parte, reconocer la diversidad de interacciones particulares e imprevisibles en las que se ven envueltos para hacer creíble y convincente cierta versión de la realidad y, por la otra, valorar aquellos aspectos que son compartidos o que pueden tener en común. Con base en este planteamiento, considero que el presente análisis resulta relevante pues reconoce el potencial que tienen las distintas interacciones que acontecen en las clases, ofreciendo comprensiones ricas y variadas sobre los procesos de imaginación, creatividad, selección y decisión, que se implican al aprender y enseñar a “ver” con los ojos de la ciencia.

Con el objeto de tratar etnográficamente estas cuestiones, procuro mostrar a lo largo del análisis distintas situaciones que enfrentan los participantes de mi trabajo de campo cuando tratan de convertir el conocimiento científico en sus «gafas

perceptivas»; así, inicio con la descripción de fragmentos de clase en donde la “evidencia empírica” parece provenir de una experiencia perceptiva “directa”, hasta llegar a procesos que pueden ser más complejos y abstractos, como la observación de eventos a futuro.

Es importante resaltar que este análisis es una de las tantas maneras de aproximarse a la movilización del conocimiento científico a partir de aquello que tanto alumnos como maestros “ven”.

1. Observar a “Chuchito”

Inmersa en la cordillera oriental, lejos del centro de la ciudad y cercana al páramo de Cruz Verde, en una vereda declarada reserva forestal a 3600 m.s.n.m se encuentra *la Escuela de Santa Fe*. Rodeados por frailejones y montañas que de lejos se ven azules, inmersos entre la niebla y bajo una llovizna fina y helada están los niños del grado tercero con su maestro. Se oyen las gallinas, los balidos de las ovejas y el rebuzno de un burro que se niega a subir la leña. El profesor aprovecha la riqueza del entorno para orientar la clase de ciencias.

El maestro organiza; son 10 niños y 13 niñas. Tienen que organizarse en seis grupos. A pesar de la niebla y del poco calor que irradia el sol aún tímido, deben dispersarse para iniciar la observación de los árboles – especies nativas- que meses atrás sembraron en el jardín de la Escuela. Ya germinaron y ahora deben elaborar las preguntas sobre aquello que les inquieta o suscita interés. No son preguntas desordenadas o al vuelo, cada pregunta debe quedar consignada en el cuaderno, una vez en el salón, cada uno debe leerlas en voz alta.

Según las propuestas curriculares colombianas para la enseñanza de las ciencias, elaborar preguntas tras la observación del entorno permite a los niños, especialmente a los más pequeños, desarrollar procesos de pensamiento y acción o, en palabra de Gellon *et. al.* (2005), aprender a pensar científicamente.

En este análisis presento dos momentos de interacción, un extracto donde el maestro guía a un grupo de niños a observar y a elaborar preguntas sobre una planta en específico, y un fragmento donde el grupo de estudiantes continúa la actividad sin la supervisión del docente.

El primer extracto de clase sucede cuando el maestro se acerca a un grupo de estudiantes para centrar la atención sobre una planta:

Extracto 4.1

1. **Mo:** Casi nadie mira a Chuchito, no le pusieron cuidado -se refiere a uno de los árboles que sembraron-. (*Los niños ríen*). Es el más grande, pero nadie lo mira
2. **Niño:** yo lo estoy dibujando profe
3. **Mo:** ¿qué diferencia tiene Chucho (el profesor le ha puesto a las especies nombre propio) con el otro árbol?
4. **Niños:** que es muy grande
5. **Mo:** y ¿por qué?, si lo sembramos al mismo tiempo
6. **Niño:** porque... ha crecido más rápido?
7. **Mo:** ¿pero, por qué?, es que las cosas no suceden así no más
8. **Niño:** porque le han echado más agua
9. **Mo:** ah, no sé, ¿ustedes le han echado más agua?
10. **Niño:** de pronto por la lluvia
11. **Niño:** pero ya no está lloviendo
12. **Mo:** pero toda la lluvia cae igual
13. **Mo:** esa es una buena pregunta, ¿por qué?
14. **Niño:** ¿por qué Chucho está más grande que los otros árboles? (*los niños copian la pregunta en el cuaderno*) (*EV3obsplantas*)

El maestro irrumpe en la dinámica de trabajo de un grupo de niños para atraer la atención hacia un árbol al que ha bautizado como “Chuchito” (Diminutivo de Jesús), y resalta su altura frente a los demás, insistiendo en la falta de atención sobre la misma (participación 1) -Ver imagen 08-.



Imagen 08. El maestro orienta la atención sobre “Chuchito”.

Uno de los estudiantes replica ante la incriminación del profesor que él lo está dibujando (participación 2). Esta resulta interesante pues evidencia la atención sobre las características de la especie por parte del estudiante y su capacidad de convertir aquello que observa en un dibujo.

El maestro a través de interrogantes busca continuar con la orientación de la observación de la planta, para guiar a los niños a percibir la diferencia que tiene “Chuchito” respecto a la especie del lado. Los niños movilizados por el maestro “observan” la diferencia y expresan que “Chucho” es “muy grande” (participaciones 3, 4). La pregunta del docente desplaza la mirada de los niños hacia una de las características específicas de la planta, su tamaño.

El acompañamiento del maestro en este caso parece fundamental para que este grupo de niños “vea” la característica que hace a la especie diferente de las demás. Esto sugiere que la orientación del docente resulta necesaria para hacer visible ciertos aspectos en la observación (Edwards y Mercer, 1987).

El maestro los guía entonces para que se arriesguen a elaborar posibles hipótesis sobre las razones de su crecimiento (participación 5). Así, un niño sugiere que “Chucho” es más grande, simplemente porque ha crecido más rápido (participación 6). El maestro le pide ampliar la explicación señalando que “las cosas no suceden así no más” (participación 7); intentando movilizar la observación hacia aspectos que resultan invisibles, en este caso, la razón posible de un crecimiento mayor.

Otro niño, sugiere que el crecimiento de la planta se debe a la cantidad de agua que se le ha puesto (participación 8); hipótesis que probablemente surge de la conexión que el estudiante establece entre la demanda que hace el maestro y el conocimiento que ha elaborado en otros momentos y en otros lugares sobre el efecto que tiene el agua sobre el crecimiento de las plantas.

El maestro cuestiona la respuesta del alumno preguntando si lo han regado (participación 9). Ante este interrogante otro de los estudiantes responde que la planta recibió agua de la lluvia pero su compañero restándole validez a la conjetura afirma que no está lloviendo (participaciones 10 y 11). El docente resalta que la lluvia cae igual en todo el terreno (participación 12) y aprovecha la coyuntura para indicar la importancia de preguntarse por qué suceden las cosas (participación 13).

Así entonces, con la ayuda del maestro los niños movilizan la observación de las particularidades de la especie en crecimiento. En la participación 8 el niño parece conectar el conocimiento que ha elaborado respecto a la necesidad del riego y su beneficio para el crecimiento de las plantas, es posible que dicho conocimiento se encuentre en relación con el ámbito inmediato del niño, criado en este entorno rural donde los predios campesinos viven de los cultivos del pancoger y en pequeñas parcelas se siembran frutales, papa, maíz y hortalizas, entre otros.

Con esta intervención el niño parece intentar mantener la conjetura que elaboró su compañero: la cantidad de agua que recibe la planta es la causa de su mayor crecimiento y, a su vez, moviliza la observación que se hace de “Chuchito” hacia la razón del crecimiento debido al agua de lluvia, pues nadie la ha regado; aspecto invisible en la observación directa pero que el estudiante ayuda a tornar visible.

Un niño que no comparte la explicación de la “cantidad” de agua lluvia como la causa del mayor crecimiento de “Chucho”, conecta la percepción que tiene del clima para restarle validez -“ya no está lloviendo”- (11); y el maestro que tampoco la comparte, acude a otra percepción: toda la lluvia cae igual (participación 12). Fijémonos que tanto la percepción que conecta el niño como la que el maestro vincula parecen que no necesariamente devienen de la observación “directa” de “Chuchito”.

El maestro finaliza la intervención en este grupo, orientando a hacer uso del “¿por qué?” para elaborar las preguntas que surjan de la observación (participación 13). Esta indicación promueve que uno de los niños tome la iniciativa y proponga la primera pregunta: “¿Por qué Chucho está más grande que los otros árboles?” (Participación 14), sus compañeros la aceptan y la escriben en sus cuadernos. A través del proceso interactivo - la observación “directa” de la planta señalada por el maestro se convierte en interrogante y en escritura. La apertura del interrogante amplio sobre el por qué en sus cuadernos- permite la transformación, registro, recuperación y traslado de esta al salón de clases para continuar su despliegue.

Sugerir que las cosas pasan porque sí, el efecto del agua sobre el crecimiento de las plantas, la percepción sobre el clima, permiten que estas observaciones se conviertan en hipótesis, argumento, contra argumento, pregunta y finalmente escritura en los cuadernos enmarcado dentro de la importancia de cuestionarse desde el por qué.

En este proceso es importante resaltar tres aspectos que considero determinantes: i) la labor del maestro de orientación a través de los interrogantes para evidenciar lo que le interesa (la altura del árbol y las posibles razones de su crecimiento), ii) los distintos recursos discursivos que éste utiliza para que los niños se involucren activamente en la producción y movilización de la observación (suscitar a través de preguntas que los estudiantes elaboren, amplíen o cuestionen las posibles hipótesis del crecimiento de la planta), y iii) la ayuda de los niños para desplegar aquello que se ve a través de la conexión de conocimientos elaborados en espacios y tiempos distintos.

Luego de que este grupo copia en su cuaderno la pregunta sobre el por qué abriendo el gran interrogante, el maestro se dirige hacia otro grupo que permanece a poca distancia. Los niños sin su guía continúan en la tarea de plantearse interrogantes.

Extracto 4.2

24. Brayan: ¿Qué copiamos?

25. Danna: ¿por qué la maleza mata los árboles?

26. Brayan: bueno (*Todos copian la pregunta en sus cuadernos*)

27. Danna: tercera, ¿quién la dice? Yo ya dije una

28. Brayan: ¿por qué la distancia es importante para los árboles?

29. Danna: sí, hágale (*Todos la copian*)

30. Alejandro: ¿por qué estas hojas están enrolladas?

31. Danna: ah!! Miren, esa es la matica enrollada (*Todos observan la planta que tiene las hojas enrolladas y copian la pregunta*)
(*EV3observación*)

“¿Por qué la maleza mata los árboles?” (participación 25). Para la alumna la pregunta sobre el impacto de la maleza muestra la observación directa; la niña fija su atención en estas plantas en específico: la maleza, que conecta y combina, a su vez, con el conocimiento que tiene sobre aquello que éstas causan sobre las otras especies – “los mata”- y con la orientación que minutos antes había dado su maestro y el “por qué” logra transforma aquello que ve en una pregunta permeada probablemente por referentes del ámbito que la rodea y las prácticas de cultivo y cuidado de estos.

Brayan valida de manera verbal la pregunta que elabora Danna y todos, incluida la niña, deciden copiarla en sus cuadernos (participación 26); parece que la validez de la pregunta va más allá de su aprobación verbal, cada integrante al volverla texto y registrarla en su cuaderno muestra que está de acuerdo con ésta. Cuando los niños

vuelven la pregunta que hace Danna un texto, esa observación de la maleza y lo que ésta causa se comparte y tiene la posibilidad de trasladarse, retomarse y recuperarse.

La niña reta a sus compañeros a que aporten con otro interrogante (participación 27). Brayan que observa detenidamente pregunta: “¿por qué la distancia es importante para los árboles?” (participación 28). Esta cuestión denota que su observación “directa” parece conectarse y combinarse con el conocimiento que tiene sobre la necesidad de guardar distancia entre especie y especie, observada en el ámbito rural en el cual se ha criado.

La observación de Brayan se desplaza a través del tiempo, pues entrelaza la percepción del “presente” (lo que “ve” en el jardín de la escuela), y un conocimiento que ha elaborado en el “pasado” (la necesidad de sembrar las plantas a cierta distancia); parece que la combinación de estos elementos es aquello que permite al niño “observar” la importancia de dicha distancia y convertirla en pregunta.

Danna valida la pregunta de Brayan y los demás niños, aceptándola, proceden a copiarla en sus cuadernos (participación 29). Alejandro, quien hasta ahora ha permanecido en silencio se dirige al grupo y muy serio irrumpe con una inquietud. Como puede verse en la imagen 09.



Imagen 09. Alejandro observa una planta que tiene hojas enrolladas.

“¿Por qué estas hojas están enrolladas?” (30). Alejandro con esta pregunta llama de inmediato la atención de sus compañeros de grupo quienes se acercan para mirar la particularidad que él ha hecho visible. La observación del niño resalta la diferencia, al detectar el cambio en su forma parece establecer una comparación –solo algunas están enrolladas-. Esta percepción es la que Alejandro parece recuperar y

transformar en forma de pregunta, que luego todos sus compañeros, incluido él, vuelven escritura. Este modo de elaborar la observación sugiere que el niño identifica por comparación cambios y particularidades de la planta y estas características lo conducen a preguntarse por qué.

En el primer extracto, el cual es orientado por el maestro, como en el segundo, el cual sucede sin su orientación, los participantes hicieron sus observaciones directas -de lo general a lo específico-, del crecimiento y de la cantidad de agua, de la maleza a aquello que ella genera, de la distancia entre las especies a la particularidad de las hojas; y cuando esto sucede, la observación se aparta del objeto concreto (maleza, árboles u hoja) para convertirse en la observación de un fenómeno (la maleza hace daño a los árboles, la distancia es importante para la siembra, algo afecta la forma de las hojas).

Es importante resaltar que cuando los niños trabajan juntos, en este caso, para elaborar preguntas a partir de aquello que observan, ocurren formas importantes de movilización del conocimiento científico; relacionan, vinculan y combinan diversos referentes para convertir lo que “ven” en un fenómeno a indagar que, luego, vuelven escritura y ponen a circular en el salón de clases y posiblemente en otros momentos y lugares.

A continuación analizo varios fragmentos de clase donde los participantes se valen de las imágenes de una guía y de dibujos en el tablero para “visualizar” fenómenos cada vez más abstractos. De acuerdo con varios investigadores, las representaciones gráficas merecen especial atención por tratarse de modos comunicativos de múltiples propósitos y aplicaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Perales 2008; Perales y Jiménez, 2002; Gutiérrez, 2004; Aguilar, et al, 2007; Gómez, 2009).

2. Percibir fenómenos científicos en representaciones gráficas

Así como las representaciones gráficas, entre otros modos comunicativos, han tenido y continúan teniendo un papel relevante en la construcción de la ciencia, también desempeñan un papel importante en su enseñanza y aprendizaje al permitir representar entidades inaccesibles a nuestra percepción (Izquierdo y Col, 1999; Kress et al., 2001; Jewitt et al., 2001; Danish y Enoyedy, 2007; Aguilar, et al, 2007;

Fernández y col, 2009; Gómez, 2009). En colaboración con esta idea, encuentro que los maestros y los estudiantes de mi trabajo de campo suelen emplear imágenes y dibujos hechos en el tablero para movilizar observaciones de fenómenos que pueden ser complejos de evidenciar.

Debido a ello, en este apartado trato de rastrear la multiplicidad de conexiones que los participantes despliegan para hacer “visible” explicaciones científicas a través de imágenes y dibujos. Como varios investigadores advierten, la interpretación de las representaciones gráficas no es obvia, se requiere un conjunto de movilizaciones para elaborar aquello que representan (Cámara, 1999; Perales y Jiménez, 2002; Perales, 2006; Gómez y Adúriz-Bravo, 2007); y son justamente algunas de estas las que a continuación me dispongo a explorar.

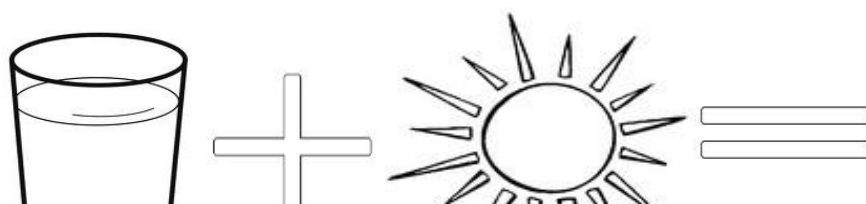
2.1 La imagen de una guía

En la *Escuela de Rafael Uribe Uribe* la maestra y los niños del grado tercero observan la ilustración del cuadernillo que utiliza la profesora como guía para “visualizar” uno de los cambios de estado del agua. Los niños están atentos a la misma ilustración en sus cuadernillos de actividades.



Imagen 10. Cuadernillo que utiliza la maestra para apoyar sus clases.

El cuadernillo lo ha elaborado la maestra quien investiga, escoge y fotocopia de diferentes libros y fuentes, para luego multicopiar con sus propios recursos económicos y entregar el material a cada uno de sus estudiantes. Para dar inicio a la observación



del cambio de estado del agua en la representación gráfica, la maestra focaliza la atención de los niños en la primera ilustración.

Extracto 4.3

56. Ma: ¿Dentro del vaso hay?

57. Niña: juguito

58. Niño: agua

59. Ma: ¡ahh! Dentro del vaso hay un contenido que es... ¡hielo!, vaso con hielo. Luego sigue un signo que es el...

60. Niños: más (*signo de la suma*)

61. Ma: ¿después del signo más que hay?

62. Niños: Sol

63. Ma: hay un Sol. Luego aquí nos dicen igual y luego nos dan unos renglones o un espacio para escribir el fenómeno que está ocurriendo con esos elementos. Fíjense hay un Sol, y el Sol se supone que está calentando a ¿quién?

64. Niños: al hielo

65. Ma: al hielo que está dentro del vaso, entonces... ¿qué le sucede si el Sol lo está calentado?

66. Niño: se vuelve agua líquida
(*EOH₂estadosagua*)

La maestra dirige la mirada de los niños hacia la ilustración del vaso y les pregunta por el contenido (participación 56). Una niña responde que el vaso contiene “juguito” (57) y un niño que contiene “agua” (58). La maestra que no espera esas respuestas, les dice de manera explícita que el contenido del vaso es “¡hielo!, vaso con hielo” (participación 59). Nótese que la observación de la imagen del vaso provoca diferentes interpretaciones; mientras que los niños “ven” jugo y agua, es decir un líquido de acuerdo con la representación en la ilustración, la maestra “ve” hielo (aunque en la ilustración el vaso parece contener un líquido). Y aunque esta pretende que los niños expresen aquello que “ven” en el vaso, su orientación resulta fundamental para que los niños “observen” un fenómeno desde el contenido científico que se pretende movilizar: el cambio de estado de sólido a líquido.

Estas distintas percepciones que produce una misma ilustración permiten poner en tela de juicio la aparente “objetividad” que suele atribuírsele a la observación de las representaciones gráficas, esto es: que con sólo verlas se despliega ante los ojos del observador el fenómeno que se espera. Como puede verse en esta interacción, la maestra requiere comunicar las características de la representación gráfica para que los estudiantes la vean desde la explicación de fenómeno.

La maestra continua la movilización de lo aquello que supuestamente dice la ilustración, valiéndose ahora de los siguientes recursos discursivos: enunciar una parte de la frase para que los niños la completen -“Luego sigue un signo que es el...”- (participación 59) y preguntar el nombre de lo que se “ve” -“¿después del signo más que hay?”- (participación 61). Parece que a través de estos recursos la maestra enseña a los niños a leer las imágenes, facilitando y favoreciendo la interpretación y comprensión de lo que pretende explicar (Peek, 1993).

Los niños orientados por la maestra, por la propuesta visual que ofrece la imagen y por los conocimientos que han elaborado en otros momentos y en otros lugares expresan que una ilustración representa al Sol y que la otra representa al signo de la adición (participaciones 60, 62). Puede decirse que el modo en que la maestra orienta la observación de la imagen, es un indicativo de que ella trata de involucrar a los niños en la producción de eso que se “ve”. Y que el hecho de que los niños aporten las respuestas que la maestra solicita, es un indicativo de que ellos también se vinculan y colaboran con la elaboración de dicha observación. Parece entonces que la observación de la imagen es un proceso guiado, pero simultáneamente compartido.

Ahora bien, este recorrido que la maestra hace ilustración por ilustración le permite relacionar lo que la imagen representa en su totalidad y desplazar la mirada de los niños hacia un fenómeno que parecía ser imperceptible: el efecto que está generando el Sol sobre el líquido congelado -“lo está calentando”- (participaciones 63, 65). Y es este desplazamiento que la maestra hace por cada ilustración, el que le permite a un niño “ver” el fenómeno que la imagen representa en su conjunto: el hielo por el efecto del sol “se vuelve agua líquida” (participación 66). Nótese que aunque la maestra guía la observación de la imagen, es un niño quien enuncia el cambio de estado que sufre el agua. Puede decirse que el niño logra “visualizar” dicho fenómeno al combinar la orientación docente, la propuesta visual y el conocimiento que ha elaborado.

Con base en este análisis, puede decirse que la imagen, una forma de inscripción, conduce a la maestra a “ver” el cambio de estado del agua; la maestra orientada tanto por el conocimiento del contenido escolar como por la misma imagen, guía a los niños en la lectura e interpretación de cada ilustración; los niños, guiados por la maestra, por lo que “ven” en la y por los referentes que han elaborado en otros momentos y lugares, expresan lo que cada gráfica representa; la maestra, sigue la guía y conduce a través de interrogantes a los estudiantes para que vinculen y combinen la propuesta del gráfico y la orientación con los referentes sobre el fenómeno, para ensamblar así, el proceso que se esperaba percibieran.

Esta serie de movimientos permiten identificar que la representación gráfica no presenta un mundo exterior objetivo, es la relación que maestra y alumnos establecen entre diversos elementos, la que les permite identificar el fenómeno reseñado en la ilustración desde la manera científica de ver el mundo.

Puede decirse que aunque la imagen moviliza la observación del contenido científico escolar, ésta resulta insuficiente para “mostrar”, por sí sola, el fenómeno del cambio de estado del agua; para leerla desde la lente de la ciencia, se requiere de aquello que maestra, niños y propuesta visual despliegan. Como sugiere Aguilar, et al. (2007), el observador dota de significados a la imagen, interviniendo activamente en la comprensión de la información.

2.2 Los dibujos en el tablero

Los maestros de mi trabajo de campo a menudo realizan dibujos en el tablero para ayudar a los niños a “observar” los fenómenos naturales en el aula, en esta sección rastreo en dos episodios de clase, algunas de las maneras en las cuales profesores y niños despliegan explicaciones científicas a través de estos. En el primer episodio, la maestra de la *Escuela de San Cristóbal* hace un dibujo en el tablero para orientar a los niños sobre la circulación en las planta y en el segundo, el maestro de la *Escuela de Usme* basado en la ilustración de su libro de texto realiza un girasol para representar el contenido escolar.

La maestra de la *Escuela de San Cristóbal* empieza la explicación luego de haber dibujado la planta en el tablero:

Extracto 4.4

51. Ma: ¿Cómo se inicia muchachos?, ¿qué le produce la tierra a la planta?
(Señala con su marcador la parte de la raíz)

52. Niña: las raíces

53. Ma: ojo con esto, aclaren bien eso. Aquí está (señala la raíz). Y esa nos produce los nu...

54. Niños: ...trientes

55. Ma: aquí se los voy a escribir para que no se les olvide. La maestra escribe en el tablero la palabra "NUTRIENTES" en letras mayúsculas. ¿Quién absorbe esos nutrientes? (Señala la parte del tallo)

56. Niños: las raíces

57. Ma: pero ¿por dónde se van esos nutrientes? (señala el tallo y con el marcador traza unas líneas dentro de éste)

58. Niña: por el tallo

59. Ma: ¿y para dónde se van? (señala las hojas)

60. Niños: para las hojas

61. Ma: todos esos nutrientes se van para las hojas. Estos nutrientes, (señala las líneas que dibujó) ¿cómo los llamamos cuando llegan al tallo y se convierten en un líquido? Se vuelve sabia, sabia, sabia...

62. Niños: ...elaborada

63. Ma: entonces se convierte en sabia elaborada. Fijémonos aquí (señala el dibujo que tiene en el tablero) como si fuera la sangre, pero eso no es sangre es sabia, ella ya comienza a elaborarla para pasarla a toda la planta.
(A2planta)

La siguiente fotografía ilustra el momento en el cual la maestra recurre al tablero y al marcador, recursos que tiene a su disposición en el salón de clases, para dibujar.



Imagen 11. La maestra dibuja una planta en el tablero.

Luego de que la maestra realiza el dibujo en el tablero, comienza a construir la narrativa del fenómeno de la circulación en las plantas valiéndose de preguntas,

gestos, escritura, líneas, frases inconclusas y una analogía (participaciones 51, 53, 55, 57, 59, 63). La orquestación deliberada y simultánea que la maestra hace de estos recursos que tiene a su alcance (tablero, marcador, cuerpo, oralidad, gestos, escritura), sugiere, por una parte, que evidenciar un fenómeno como éste demanda creatividad y, por la otra, que el dibujo que ella realiza no alcanza a ser suficiente para que los niños “visualicen” el tema expuesto.

La maestra además de movilizar la observación del fenómeno a través del dibujo y de los gestos (movimientos que hace con su mano y con el marcador), se vale de preguntas y frases inconclusas para que los niños se involucren re-movilizando conocimientos que han aprendido en otros momentos y en otros lugares. Así, este ensamblaje de recursos (visuales, gestuales, orales), les permite a los niños evocar y conectar conocimientos elaborados probablemente en su paso por la escuela: “Las raíces”, “el tallo”, “las hojas”, “la sabia...elaborada”- (participaciones 56, 58, 60, 62), partes y procesos de la fotosíntesis.

No obstante, este ensamblaje no siempre lleva a los niños a “ver” ni a expresar lo que la maestra espera. Como vemos en las participaciones 51 y 52, aunque la maestra orienta a los niños con preguntas (“¿Cómo se inicia muchachos?, ¿qué le produce la tierra a la planta?”) y con gestos (señala en el dibujo las raíces), parece que los estudiantes no logran “ver” en el dibujo los “nutrientes” que señala la maestra. Para que estos componentes puedan volverse “visibles”, la maestra recurre a una frase inconclusa intentando que los niños expresen la palabra correspondiente al proceso que explica. De manera simultánea, recurre a la escritura para inscribir la palabra en letras mayúsculas -“NUTRIENTES”- (participación 55). Así, la palabra oral y la escrita se entrelazan con el dibujo del tablero para producir la observación del efecto de los nutrientes: noción que aparecía hasta ese momento invisible para los niños.

La maestra traza con el marcador líneas sobre el dibujo, desde el tallo hasta las hojas, para hacer evidente el recorrido que hacen los nutrientes. Estas líneas, el dibujo completo de la planta, la explicación de la docente (gestual, oral y escrita) y las respuestas de los niños (participaciones 57, 58, 59, 60), se unen para ensamblar el proceso de la fotosíntesis. Estas conexiones parecen convertir el dibujo del tablero en una representación dinámica capaz de “mostrar” un proceso que difícilmente se percibe de manera directa e inmediata.

Esta multiplicidad de conexiones no termina ahí, la maestra con su marcador señala el dibujo y de manera simultánea expresa una analogía con el sistema circulatorio humano, para mostrar tanto con los gestos como con la comparación, el recorrido que la sabia elaborada hace dentro de la planta (participación 63). Este pasaje que la maestra hace mediante la analogía y los movimientos de su cuerpo (gestos) sobre el dibujo del tablero, puede decirse que es el que ella crea para volver “visible” ante los ojos de los niños, el proceso en cuestión.

Nos enfrentamos a una multiplicidad de elementos heterogéneos que entrelazados permiten el ensamblaje de la “observación”: el marcador que posibilita dibujar, señalar, inscribir palabras, trazar líneas; el tablero como superficie que permite inscribir y mostrar el fenómeno; el cuerpo de la maestra orientado por el contenido que dibuja, expresa, articula palabras orales y escritas y los conocimientos que los niños evocan y conectan, para finalmente hacer visible un fenómeno imperceptible.

En la *Escuela de Usme* los participantes de la escuela por su parte, también intentaban ver el fenómeno del fototropismo; el movimiento que hacen las plantas por la acción de la luz.

El docente ayudado por su libro de texto como guía, dibuja el girasol de la ilustración en el tablero. Luego de que el maestro revisa la información que contiene el libro sobre el fototropismo, toma su marcador, se dirige al tablero y dice a los niños:

Extracto 4.5

67. Mo: El siguiente movimiento lo vamos a ver más claramente. Este movimiento se llama fototropismo. Entonces, para que les quede bien claro ese movimiento ustedes han escuchado esta flor y ese yo creo que es el ejemplo con el que entienden... el girasol (*hace el dibujo de esa planta y del sol en el tablero*). El sol está aquí y el girasol está aquí (señala cada dibujo), ¿para dónde va a girar el girasol?

68. Niños: para el Sol

69. Mo: hacia el Sol, entonces apuntará hacia allá (*con ayuda de su marcador traza una línea desde el dibujo del girasol hasta el dibujo del sol*). Ese movimiento lo podemos analizar, pero será que si yo me pongo a ver la planta... ¿voy a ver el movimiento?

70. Niños: no
(*OFB3fototropismo*)

El docente afirma que a través del dibujo les será más claro entender el movimiento que hace la flor hacia la luz del sol (participación 67). Con este dibujo el

maestro permite que esa gráfica distante que aparecía en su libro de texto, se haga cercana y móvil al ser compartida con los niños, posibilitando el acceso a aquello que se presenta en el libro. La transformación que el maestro hace de la ilustración se encuentra permeada por la interpretación, esto es: lo que ve, lo que considera relevante, lo que le interesa representar y lo que sus habilidades para el dibujo le permiten ilustrar (ver imagen 12).



Imagen 12. El profesor explica el fototropismo mediante un dibujo en el tablero.

Mientras el maestro dibuja un girasol y un sol en el tablero, guía a los niños de manera verbal y gestual para que centren la mirada en la ubicación que tienen estos elementos y para que expresen cuál es el movimiento que hace la planta respecto a la posición del Sol -“El sol está aquí y el girasol está aquí (señala con su mano cada dibujo), ¿para dónde va a girar el girasol?” (participación 67). Así entonces, el maestro va estableciendo, la visualización del fenómeno. Como señalan Edwards y Mercer (1987), el docente ocupa un lugar destacado para que los niños desarrollen una comprensión de los conceptos y principios científicos convencionales.

Los niños orientados por el dibujo del tablero y aquello que su profesor indica de manera oral y gestual, tornan presente el movimiento que hace el girasol, es decir, logran ver el fenómeno. La respuesta de los niños, muestra que las conexiones que el maestro entabla entre el libro de texto en el cual se apoya, el dibujo en el tablero, el habla y los gestos, permite a estos configurar la noción de fototropismo. El maestro conduce de manera explícita la observación del fenómeno, dibuja, señala y también

recurre a preguntas para que sean los niños quienes expresen de manera verbal dicho movimiento. Como se muestra en la imagen 12, este traza una línea desde el girasol hasta el dibujo del Sol para evidenciar el giro que hace la flor (participación 69).

Resulta interesante resaltar que tanto la maestra de la *Escuela de San Cristóbal*, como el docente de esta escuela de Usme, utilizan como recurso el trazo de líneas para indicar movimientos. Estos trazos parecen ayudar a los niños a “ver” este tipo de fenómenos en un periodo inmediato: una percepción posible y aún imposible pero imaginable no determinada por el mundo exterior, sino construida como interpretación a través del trazo de una línea.

Con base en este análisis, podría decirse que apoyarse en un dibujo en el tablero para “observar” con ciertos rasgos de credibilidad el fototropismo no es absoluto sino relativo; la observación de este fenómeno se ensambla a través de la conexión de recursos diferentes –cuerpo, libro de texto, tablero, marcador, interpretación, dibujo en el tablero, contenido escolar, recursos discursivos y los aportes de los niños-. De aquí que podamos afirmar que el dibujo del girasol tanto como la ilustración del vaso utilizada para narrar el paso de sólido a líquido, no tienen existencia independiente de las múltiples y simultáneas conexiones.

Estas conexiones también sugieren que “observar” un fenómeno en la clase de ciencias naturales requiere creatividad además de un proceso para hacerlo visible y entendible. Esto implica que más allá de la reproducción, los participantes redefinen esa forma de ver el mundo con las conexiones que entablan entre los distintos elementos que tienen a su alcance; podría decirse entonces que en la observación de los fenómenos expuestos, maestros y estudiantes son agentes activos en su producción y por tanto no se reduce el proceso a una simple reproducción.

Aunque las representaciones gráficas que se analizan en este apartado (imagen de la guía y dibujos que los maestros hacen en el tablero) tienen dependencia de un determinado sistema interpretativo, éstas, a su vez, posibilitan que maestros y estudiantes interconecten diversos recursos, pongan en juego lo que han observado antes, analicen, ordenen la información que van obteniendo del conjunto de recursos y vuelvan visible un fenómeno que puede ser difícilmente perceptible.

Es de destacar que en los fragmentos analizados, los maestros recurren a los dibujos en el tablero por iniciativa propia. La selección de este modo comunicativo sugiere que contrario a aquello que a menudo se afirma, los maestros no se conforman

únicamente con comunicar de manera oral o escrita los contenidos científicos en las aulas.

Ahora bien, es importante anotar antes de continuar el análisis, que los materiales que emplean los maestros para orientar la clase de ciencias son aportados por los mismos. Vemos así, que el maestro de la *Escuela de Usme* lleva a la clase un libro de texto que ha escogido y consultado previamente y que la maestra de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe*, elabora y entrega a cada niño un cuadernillo que ha fotocopiado con sus propios recursos, tareas que deben enfrentar ante la ausencia de recursos didácticos institucionales. Sin embargo el uso de textos en el aula en las escuelas oficiales colombianas se ha intentado limitar, pues son varios los sectores que se oponen a este tipo de material por considerarlo transmisor que impone al maestro y, en consecuencia, al estudiante, un programa terminado y un comportamiento rutinario que evita búsquedas personales y niega la autonomía pedagógica. No obstante, el debate respecto a sí se emplea o no el libro de texto para mediar los procesos de enseñanza y aprendizaje está abierto, así como hay quienes que no comparten su uso, hay otros que abogan para que se incorpore al trabajo cotidiano del aula en las escuelas públicas del país (Alzate, 1999).

La búsqueda y elaboración de materiales por parte de los profesores para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje, posiblemente evidencian las distintas apropiaciones que estos hacen de la libertad y autonomía que las prescripciones normativas colombianas les confieren para orientar las lecciones. Sin embargo, sugiero que la labor que deben enfrentar los maestros ante la ausencia de recursos, puede quedar oculta bajo la figura de autonomía y libertad que dichas normativas promulgan: las escuelas y los maestros pueden hacer uso de “cualquier tipo de documento escrito, fílmico o computacional, según las posibilidades del estudiante y del medio escolar” (MEN, 1996 Res. 2343, sección segunda).

3. Cuerpo y movimiento; escenario de un ciclo

El objeto de este apartado consiste en rastrear a la maestra del grado segundo de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe* y aquello que hacen los niños, cuando esta intenta hacer visible la noción de “ciclo” – una palabra y un significado poco familiar para los niños-, a través de un recorrido circular por el salón de clases. Menti y Alam (2014)

señalan que no son muy numerosos los estudios que analizan los gestos que utilizan los maestros para enseñar vocabulario no familiar en la escuela primaria. De ahí que el presente análisis pueda contribuir al estado de la cuestión.

La maestra inicia la explicación del ciclo del agua, pidiendo a los niños que presten especial atención al recorrido que va a realizar por el salón de clases. Así, la maestra empieza a expresar visualmente este concepto abstracto.

Extracto 4.6

1. Ma: Voy hacer un ejercicio y ustedes solamente van a mirar y no escribimos, observamos. Los ojos puestos en lo que hago, a ver si podemos definir qué es ciclo. Voy a coger aquí un punto de entrada que es la ¡puerta! Y me voy, entro, *(la maestra realiza lo que va diciendo)*, doy una vuelta y miro como está el salón de organizado, ¿por ahora qué estoy haciendo?, ¿durmiendo?

2. Niños: no señora

3. Ma: ¿qué estoy haciendo?

4. Niños: caminando

5. Ma: ¡ah! Estoy caminando, caminando!

6. Ma: *Se detiene en el mismo lugar donde comenzó el recorrido y dice:* ¿A dónde llegué?

7. Niños: a la puerta

8. Ma: y cuando empecé la caminata ¿desde dónde empecé?

9. Niños: desde la puerta

10. Ma: y si yo les dibujara aquí un puntico *(señala la puerta)* y nos damos este paseo y todo lo que queremos hacer allá pero volvemos al mismo punto y, otra vez hacemos el mismo recorrido ¿Es ciclo o no es ciclo?

11. Niños: sí señora

12. Ma: entonces fíjense que un ciclo es un recorrido que tiene un inicio y un final en el mismo punto
(A2ciclo)

Ante el posible desconocimiento o conocimiento parcial que tienen los niños frente al significado de la palabra ciclo, la maestra, como puede verse en las imágenes 13 y 14, recurre a trasladarse estableciendo un punto de partida y de llegada para representarlo: "... Los ojos puestos en lo que hago, a ver si podemos definir qué es ciclo" (participación 1). De este modo, la maestra convierte al cuerpo en un instrumento móvil que porta el significado de esa palabra, es decir, en un recurso viviente que puede hacer surgir a través de la evidencia de su traslado, la definición hasta ahora invisible para los niños; buscando que estos puedan inferirlo a partir de aquello que ven y escuchan.

De manera simultánea la maestra se desplaza hacia la puerta del salón y desde allí, expresa de manera oral que ese es su “punto de entrada” e inicia el recorrido a través del aula.



Imágenes 13 y 14. La maestra representa un ciclo con el cuerpo.

A medida que la maestra avanza describe -“entro, doy una vuelta y miro como está el salón de organizado”- y elabora preguntas para que los estudiantes expresen lo que observan -“¿por ahora qué estoy haciendo? ¿Durmiendo?”, “¿Qué estoy haciendo?”- (participaciones 1, 3). La maestra además con sus movimientos, recurre a expresiones orales para focalizar la atención de los niños en algunos aspectos que considera centrales, como el lugar donde inicia el recorrido y aquello que hace mientras se traslada. Utilizar las preguntas sobre sus acciones de manera simultánea con el movimiento, le permite a la docente aclarar y reforzar el mensaje que quiere hacer visible.

Los niños, movilizados por lo “ven” (participaciones 1, 3), se vinculan para expresar lo que “observan”: la maestra no está durmiendo, está caminando y se traslada de un punto de partida determinado para regresar al mismo, a través del aula (participaciones 2, 4). Así, los niños parecen vincularse en la producción del significado de la palabra ciclo. Edwards y Mercer (1987) sugieren que ésta dinámica de interacción puede verse como un ejemplo de la preocupación que tienen los maestros por desplegar el conocimiento como si surgiera de los estudiantes.

Cuando la maestra finaliza su recorrido, se ubica nuevamente delante de la puerta del salón de clases y, desde este lugar, pide a los niños que expresen el nombre del sitio donde inició y terminó el recorrido (participación 6, 8). Los niños que parecen haber estado atentos al movimiento corporal que hizo la maestra y a la información oral que ella ofreció, dicen que el lugar de inicio y finalización del recorrido

fue la puerta (participaciones 7, 9). Esta focalización que la maestra hace sobre el punto de partida y el punto de llegada de su recorrido, parece hilvanar su traslado y lo que expresó mediante el habla en función de la identificación del término ciclo.

Una vez que la maestra introduce el foco en el lugar de inicio y en el lugar de llegada del recorrido, conduce a los niños a “visualizar” el significado de la palabra ciclo a través de una situación hipotética:

(...) y si yo les dibujara aquí un puntico (*señalando la puerta*) y nos damos este paseo y todo lo que queremos hacer allá pero volvemos al mismo punto y, otra vez hacemos el mismo recorrido “¿Es ciclo o no es ciclo? (10).

La maestra que parece tratar de constatar que los niños leen adecuadamente la situación imaginaria, pregunta si la repetición del recorrido corresponde a un ciclo (participación 10). Los niños que parecen incorporarse a la lógica de la explicación, expresan que sí lo es (participación 11). Y cuando ello sucede, la maestra da forma al significado de esa palabra poco familiar afirmando: “entonces fíjense que un ciclo es un recorrido que tiene un inicio y un final en el mismo punto” (12).

Para convertir el significado de ciclo en una experiencia cercana e incluso corporal para los niños, la maestra requiere acompañar su traslado con el lenguaje oral para focalizar la atención sobre ciertos aspectos, brindar información extra y vincular a los niños. Podría decirse que la demostración que hace la maestra, no basta para que los niños “observen” el significado de la palabra ciclo; parece más bien que es la concatenación de los distintos elementos (contenido escolar, movimientos de la maestra, disposición material del salón de clases, respuestas que ofrecen los niños, orientaciones orales de la maestra), los que hacen posible que este significado poco familiar, se torne visible.

Otro aspecto que me interesa resaltar de este caso, es la mediación de la maestra para movilizar el significado de la palabra ciclo. Como se ve en el fragmento, ella regula las interacciones para que los niños establezcan correlaciones entre los movimientos corporales y el mensaje que busca transmitir y, al mismo tiempo, trata de que ellos participen diciendo lo que ven -“¿por ahora qué estoy haciendo?, ¿durmiendo?”, “¿qué estoy haciendo?”, “¿desde dónde empecé?”, “¿Es ciclo o no es

ciclo?”- (participaciones 1, 3, 6, 8, 10). No obstante, las respuestas que expresan los estudiantes: “no señora”, “caminando”, “a la puerta”, “desde la puerta”, “sí señora” (participaciones 2, 4, 7, 9, 11), parecen mostrar que el tipo de preguntas que utiliza la maestra, como señala Candela (2007: 7), “limitan las posibilidades de que los alumnos expresen concepciones alternativas y, por tanto, pongan en juego sus propias ideas sobre el contenido y argumenten sobre ellas para desarrollar una actitud científica”. Aquí, pareciera que la maestra se mueve entre la necesidad de expresar un contenido conceptual y su preocupación por hacer que los niños participen en la configuración del concepto prevaleciendo, sin embargo, un trabajo colaborativo, pero guiado.

4. Producir observaciones en diferido

Los extractos que presento acontecen en el salón de las computadoras de la escuela rural de Santa Fe, cuando los participantes del grado tercero de primaria se encuentran “observando”, en las computadoras imágenes de las bacterias del compostaje (imagen 15).



Imagen 15. Maestro y niños en la salón de las computadoras.

Sugiero que la descripción de este tipo de extractos, puede brindar un acercamiento a la puesta en marcha de la política distrital que, desde hace algún tiempo, busca que las instituciones educativas públicas de Bogotá, cuenten con computadoras, software educativo y acceso a Internet para mejorar la calidad de la educación (Jaramillo, 2005). Jaramillo (2005: 27) sostiene que son pocos los estudios que se han adelantado en la vía de identificar qué sucede en las aulas de las escuelas públicas cuando los maestros hacen uso de estos recursos con los estudiantes. Con

base en esto, considero que el presente análisis puede aportar elementos para la discusión.

Los niños acceden a las computadoras en grupo pues este salón cuenta únicamente con 11 equipos. Es de resaltarse que a pesar de las limitantes de recursos, el maestro hace uso de lo que tiene a su alcance y posibilita otras formas de interacción.

Mientras los estudiantes con ayuda de *Google* buscan imágenes de las bacterias, el maestro camina alrededor de los grupos para observar en las pantallas la información que ellos encuentran. Cuando considera que un grupo tiene información relevante, centra la atención de todos diciendo:

Extracto 4.7

40. Mo: ¡Miren la página que encontraron ellos!

41. Niño: ¿qué son esos? (*Pregunta por unas imágenes de microorganismos que aparecen en una página de internet*)

42. Niño: (*Lee y dice...*) microorganismos
(*EV3internet1*)

La focalización que el docente hace sobre la página que encuentra el grupo de niños y la solicitud explícita para que identifiquen las imágenes en la pantalla (participaciones 40, 41), muestra que el maestro pretende que los niños lean el texto escrito que acompaña las imágenes, identifiquen los nombres que reciben esos organismos y compartan en voz alta la información con sus compañeros. Este modo de interacción parece, por una parte, evitar una forma aislada de trabajo que pudiera promover el uso de las computadoras y, por la otra, permitir que los niños reconozcan y nombren esos organismos que observan. Así, los niños que no sabían cómo podían ser los microorganismos ni como se “llamaban”, comienzan a percibir que ese contenido escolar abstracto adquiere evidencia, al menos virtual.

Puede decirse que a través de las imágenes que muestran fotografías ampliadas de los microorganismos en las páginas halladas a través del buscador Google (imágenes de que sólo se lograrían con ayuda de un microscopio), el docente

promueve una práctica alternativa a su papel central, al posibilitar que los estudiantes realicen la búsqueda de los contenidos de la lección.

Turnos más adelante, el maestro trata de orientar nuevamente a los niños para que centren la atención en la información escrita que acompaña las imágenes.

Extracto 4.8

58. Mo: ¿Cómo se llaman las bacterias? Miren cómo se llama la población microbiana. *(Se acerca a un grupo y les señala en la página los microorganismos)* A ver ¿cómo se llaman?

59. Luis: “huy!! Mire profe todo lo que nos toca leer *(mostrándole la información escrita que contiene la página web)*

60. Mo: ¡ay sí, no le salió ni una sola figura! (como señalando de manera negativa que prioricen la sola observación de imágenes) Mira copia la página si quieres ver esa misma *(les muestra la página web que otro grupo tiene abierta, por tener más imágenes)*
(EV3internet2)

Cuando el maestro se percató de que un grupo de niños no se detiene a leer el contenido que apoya las imágenes, los insta de manera explícita a expresar el nombre de la “población microbiana” que observan en la pantalla (participación 58). Es importante resaltar que la movilización de este concepto parece mostrar, que el docente también enriquece su lenguaje con la información que los estudiantes han encontrado con la ayuda del buscador *Google*. Asimismo, esta intervención sugiere que el maestro busca que los niños lean el contenido que acompaña las figuras y, en especial, que identifiquen los nombres que éstas reciben; tratando de establecer la existencia de las bacterias a partir de la relación entre la observación de sus formas físicas y la identificación de sus nombres.

Ante la solicitud del maestro, decir el nombre de la población microbiana, Luis, un integrante del grupo, responde y muestra que la página web contiene una gran cantidad de texto escrito -“huy!! Mire profe todo lo que nos toca leer”- (participación 59). Esta respuesta parece mostrar que ante la ausencia de criterios de búsqueda o de selección de información expuestos con anterioridad por el docente, los niños manejan los propios; en este caso Luis busca imágenes y se queja de la extensión del texto escrito que acompaña su búsqueda.

A pesar de que el maestro insiste en que los niños lean la información que acompaña la imagen (participaciones 41, 58), acepta y valora el criterio de cantidad que expresa Luis al brindarle la opción de copiar la dirección de un sitio que contiene mayor cantidad de imágenes (participación 60). Así, el maestro parece atender a la intención inicial de la clase: obtener evidencia empírica de las bacterias, lo cual es factible mediante la observación de imágenes. Ahora, el hecho de que Luis y sus compañeros tengan la opción de entrar y salir con facilidad y agilidad de la página que no les gusta por la cantidad de lectura que implica, el buscador de *Google* les permite multiplicidad de vías y de opciones; todas ellas, de acuerdo con aquello que el buscador despliega, los contenidos de páginas web, o el gusto de los niños privilegie.

Más adelante una de las niñas irrumpe para expresar el hallazgo de la imagen de una bacteria:

Extracto 4.9

64. July: ¡Profe! Ya encontramos una bacteria, Salmonella

65. Mo: por ejemplo allí encontraron una que se llama ¿la que?

66. July: Salmonella

67. Mo: la Salmonella con ll, ¿entonces qué hacen? Busquen nuevamente en Google salmonella a ver si nos la muestra y podemos ver una figura de ella (*EV3internet3*)

De la multiplicidad de opciones que despliega el buscador, July y sus compañeros escogen, según sus propios criterios, una opción que les permita identificar, en una relación entre imagen y palabra a la bacteria denominada “Salmonella”. La niña toma la vocería del grupo y comparte con el maestro el hallazgo. Este hace pública la existencia de la imagen hallada por la niña y conduce a los demás a utilizar el buscador Google para encontrar la bacteria en cuestión (participaciones 64, 65, 66, 67). Este continuo flujo de interacciones permite que la observación de la imagen que representa a la bacteria se haga visible ante los ojos de todos los participantes. Puede decirse que aunque los niños realizan distintas búsquedas y, por tanto, distintas observaciones, el maestro trabaja para desplegar un conocimiento común con lo que ellos van encontrando sobre la marcha.

Aunque el buscador puede desplegar multiplicidad de opciones para que los niños y el maestro observen imágenes de bacterias, sugiero que es la combinación de las diversas interacciones la que posibilita a esas imágenes volverse evidencia de esos

organismos. A saber: el maestro orienta la tarea que los niños deben realizar con ayuda del buscador *Google*; los niños orientados por el maestro ingresan a este y realizan la búsqueda; el buscador de acuerdo a su base de datos despliega diversas opciones sobre el tema; los niños bajo sus criterios acceden a ciertas páginas y despliegan la observación de algunas formas físicas de las bacterias; y el maestro, a medida que los niños encuentran imágenes, los orienta para que lean los nombres de los microorganismos, socialicen sus hallazgos y busquen bacterias específicas. Puede decirse que es esta movilización la que paulatinamente va creando las condiciones para que los niños observen las bacterias del compostaje a través de las imágenes que presenta *Google*.

Por tanto, “ver” las bacterias en las imágenes de *Google* no es algo estático, terminado, cerrado e invariable; al contrario, el buscador, el maestro y los estudiantes dan movilidad y especificidad en cada hipervínculo que despliegan. Y aunque *Google*, internet, por sí mismo, no conlleva a elaborar la “observación” del contenido escolar, sin este recurso las formas físicas y los nombres de las bacterias del compostaje hubiesen sido invisibles para los niños y el maestro.

Dicho de otro modo, maestro y estudiantes mediante este buscador pueden tener acceso a fotografías ampliada de bacterias, sin la ayuda de un microscopio y sin moverse de su salón de computadoras. Este buscador, parece ser una herramienta que permite que un contenido se convierta en algo “observable” en las clases de ciencias. No obstante, la idea de que las imágenes que presenta Google son objetivas y que con solo “verlas” se percibe un contenido conceptual, queda rebasada; las figuras que los niños observan en concordancia con Dussel (2006: 281), “no son un artefacto puramente visual, puramente icónico, ni fenómenos físicos, sino que es la práctica social material que produce una cierta imagen y que las inscribe en un marco social particular”, en este caso, en el punto de vista de la ciencia.

Reconocer que hay clases de ciencias en las que maestros y estudiantes producen la observación de organismos microscópicos sin estar cerca de ellos, en diferido, o como dice Dussel (2009): “observan a la distancia”, despliega posibilidades investigativas para aprender de lo que en estos lugares y en estos momentos acontece, cuando los participantes integran herramientas virtuales para enfrentar problemas relacionados con fenómenos no directamente perceptibles.

5. El experimento del lavamanos

Entre mis datos empíricos también encuentro que el maestro y los niños del grado tercero de la escuela de Santa Fe, movilizan la observación de fenómenos físicos y naturales mediante actividades experimentales. Es de señalarse que entre los datos que recolecté, éste fue el único registro en el que los participantes se basaron en la experimentación para abordar los temas. Hecha esta anotación, a continuación me adentro en dos episodios de clase para rastrear los modos en que los participantes despliegan la observación de unas “fuerzas” invisibles en el experimento del “lavamanos”²⁴.

Quiero resaltar que en esta descripción procuro relevar tanto las diferencias que existen entre lo que “ve” el maestro y lo que “ven” los niños, como lo que el maestro, el experimento y los niños movilizan para volver “visible” esas fuerzas. Quizá, como dice Lemke (1997), este tipo de interacciones sucede más a menudo en silencio que en voz alta, pero cuando sucede en público se logra una excepcional visión momentánea de las diferencias que se esconden detrás de lo que “la retórica de la evidencia y de la comprobación presume, que la evidencia en sí misma existe, y se encuentra sencillamente mirando” (Lemke, 1997: 154).

El experimento del “lavamanos” llega al salón de clases a través de la tarea que dejó el maestro en la sesión anterior. La tarea consistía en que los niños debían organizarse en grupos para buscar, realizar y, posteriormente, presentar ante sus compañeros, un experimento. Con esta orientación, los niños se organizaron en grupos, eligieron un experimento, buscaron los materiales, realizaron el montaje y, desde sus casas, lo llevaron al aula para presentarlo públicamente en la clase de ciencias. Este tipo de actividad parece mostrar que el maestro cede parte de su papel protagónico, al hacer que los estudiantes participen activamente en el diseño de la clase; probablemente, este tipo de prácticas muestra que al no haber propuestas curriculares rígidas, el maestro tiene la flexibilidad de apelar a diferentes recursos para movilizar conocimientos científicos de manera creativa y variada.

²⁴ Se llama lavabo o *lavamanos* al recipiente en el que se vierte el agua para el aseo personal. Fabricado generalmente en loza o porcelana.

No obstante, como los niños son los encargados de hacer los experimentos, el maestro no conoce *a priori* los fenómenos que van a presentar. Puede decirse que la clase se va produciendo sobre la marcha, a medida que los niños muestran su tarea.

Guille y Jesús, llevan el “lavamanos”. Este consiste en una botella de plástico con un pequeño agujero en la parte inferior de donde sale un pitillo²⁵, la botella se encuentra tapada y con agua hasta la mitad. Para dar inicio a la presentación, Guille, se encuentra sobre una silla sosteniendo el “lavamanos”, retira la tapa de la botella y el agua empieza a salir; mientras tanto Jesús, su compañero, coloca las manos debajo de la caída de agua, simulando que se lava (imagen 16)



Imagen 16. Julián y Andrés con el experimento del “lavamanos”

Mientras Jesús y Guille muestran el “lavamanos”, el maestro interrumpe la presentación y Guille, de manera inmediata, coloca la tapa a la botella y el agua deja de caer.

Extracto 4.10

1. **Mo.** ¡Esperen! Primero explíquenme qué es lo que van a demostrar
2. **Jesús:** ¡Un lavamanos!
3. **Mo:** un lavamanos. ¿Con qué fuerzas trabaja?
4. **Guille:** ¿con el aire?
5. **Mo:** con aire. ¡Ah! bueno
6. **Jesús:** ¡hágale! (*Le dice a su compañero para que inicie la demostración*)
7. **Mo:** ¡no, no, no! Antes de hacer cualquier cosa, ¿cómo es que funciona el lavamanos?
8. **Jesús:** se le quita la tapa a la botella, que está llena de agua y que tiene una perforación a un lado de la que sale un pitillo...
9. **Mo:** no, no, no, cuénteme ¿qué es lo que me van a demostrar?

²⁵ Tubo delgado de plástico o de papel que se utiliza para beber líquidos.

- 10. Otro niño:** ¡profe, profel!, porque el aire empuja al agua para que salga por el pitillo
- 11. Mo:** ¿empuja el qué?
- 12. Jesús:** el aire
- 13. Mo:** o sea que... (*Señala en la botella*)... aquí hay una cantidad de aire, (*señala la parte vacía*), y una parte de agua, (*señala la parte que tiene agua*). O sea que la botella ¿está llena o está desocupada?
- 14. Varios niños:** llena de aire y agua
- 15. Mo:** ¡ah! y cuando abrimos la tapa ¿qué sucede?
- 16. Guille:** sale el agua por el pitillo y el aire sale también
(...)
(EV3lavamos1)

Ante la solicitud del maestro, Jesús toma la vocería y expresa: “un lavamanos” (2); mostrando así que para él, la palabra “demostrar” significa: decir el nombre del experimento. El maestro que parece no esperar esta respuesta, conduce a los niños a identificar una particularidad más -“fuerzas”- en el experimento (participación 3). Podría decirse que con esta intervención, el maestro trata “de orientar por anticipado futuras conclusiones de la observación” (Candela, 1999: 62), llevando a los niños a ver en el “lavamanos” unas “fuerzas” que son irreconocibles a simple vista o, bueno, que son reconocibles y observables cuando se tienen elementos conceptuales, *a priori*, que permiten “verlas”.

Guille, movilizado por la pregunta que hizo el docente y, a su vez, por la percepción que le posibilita el experimento y el conocimiento que tiene sobre la existencia del aire, responde que este puede ser la “fuerza” que hace que el agua salga por el orificio y se utilice como lavamanos (participación 4); volviendo de esta manera “visible” una entidad que estaba invisible.

El maestro acepta la respuesta, pero les pide que “antes de hacer cualquier cosa” expliquen cómo funciona el experimento (participación 5, 6, 7). La solicitud que hace el maestro, parece indicar que para él no es suficiente que los niños enuncien la palabra “aire”, sino que busca que realicen explicaciones. Jesús como atendiendo a este pedido, elabora una descripción sobre el funcionamiento del experimento: “Se le quita la tapa a la botella, que está llena de agua y que tiene una perforación a un lado de la que sale un pitillo...” (8); y aunque parece dar respuesta a la petición docente, éste lo interrumpe para pedir nuevamente que expresen qué es lo que van a demostrar (participación 9). Interacciones como éstas permiten inferir que lo que para el maestro

es demostrable en este experimento, no necesariamente coincide con aquello que los estudiantes observan o entienden por demostración; de modo, que aunque el maestro trata de que los niños elaboren, por sí mismos, explicaciones sobre unas “fuerzas”, estas parecen estar invisibles para ellos. Esta diferencia de “miradas” muestra, a su vez, que en la explicación está implicado el significado que se construyen sobre los conceptos, y como, en palabras de Candela (1999: 66): “el maestro no deriva la construcción de lo que podríamos llamar el hecho científico exclusivamente de lo que “ven” los alumnos”.

Un niño que no integra el grupo de los expositores, ayudando a Guille y a Jesús a hallar la respuesta, ofrece una posible explicación de lo que el lavamanos podría demostrar: “el aire empuja el agua para que salga por el pitillo” (participación 10). Resulta importante resaltar que cuando el niño afirma: “el aire empuja el agua”, este empieza a dar presencia a una “fuerza”. Podría decirse que la “observación” que elabora el niño, interconecta distintos elementos: la orientación docente –“¿qué es lo que me van a demostrar?”-, lo que Guille dijo turnos atrás –el aire-, lo que “ve” en el experimento –el agua cae por el pitillo cuando se le quita la tapa a la botella- y el conocimiento que tiene del término “empuja”. Este flujo de conexiones parece mostrar que el experimento en sí, no es un espejo de las “fuerzas”, ni la expresión de lo que pudiera denominarse como “real”; no obstante, éste parece ser una herramienta que permite a los participantes lograr la caída del agua y utilizarlo para lavarse las manos.

El maestro como validando la explicación que elabora el niño, enfatiza en la acción que realiza el “aire” –“empuja”- y se acerca al experimento, como puede verse en la imagen 15, para mostrar con gestos y palabras, la botella, el espacio aparentemente vacío y el espacio que contiene el agua (participaciones 11, 13); haciendo entonces “visible” el aire en este aparente vacío, y a la fuerza que éste puede ejercer sobre el líquido.



Imagen 17. El maestro señala el agua y el aire en el lavamanos.

Fijémonos que el maestro para hacer accesible ante los ojos de los niños la “observación” de la fuerza que ejerce el aire sobre el agua, vincula el término que empleó el estudiante –“empuja”-, la materialidad del experimento, el conocimiento que tiene sobre el contenido conceptual, el señalamiento y el habla, -preguntas-, vinculan a los niños en la producción de aquello que se hace “visible”.

Esta trama de conexiones muestra que la “observación” de esta fuerza en el experimento, no ocurre de manera espontánea; por el contrario, maestro y estudiantes la van desplegando a medida que seleccionan, conectan y ensamblan distintos elementos que hacen que ese “lavamanos” se transforme en la demostración de la fuerza que ejerce el aire para que el agua salga por el pitillo.

Una vez los participantes “observan” que “el aire empuja al agua (participaciones 15, 16), el maestro conduce a los niños a “ver” otra “cosa que todavía no” han visto:

Extracto 4.11

(...)

17. Mo: ¿Pero qué más?, ahí hay una cosa que todavía no hemos visto. Que también sucede cuando yo hago esto. ¡Póngale cuidado! (*el maestro toma su marcador, lo levanta y lo deja caer al piso*) ¿por qué se cae al piso?

18. Claudia: porque no tiene fuerza para sostenerse

19. Mo: noo!! Hay una cosa que sucede por la Tierra, ¿por una qué?

20. Pedro: porque no hay gravedad

21. Mo: por la gravedad

22. Pedro: no hay gravedad

23. Mo: ¿No hay o si hay gravedad?

24. Leonel: si hubiera gravedad, el marcador estaría flotando

- 25. Mo:** ¡si no hubiera gravedad!, entonces ¿el agua va a salir por qué, por qué?
- 26. Varios niños:** porque el aire la empuja
- 27. Laura:** por la gravedad
- 28. Mo:** por gravedad, ábrelo (*el niño le quita la tapa a la botella y el agua sale por el pitillo*), ciérralo
- 29. Niños:** ¡ahhhh! (*Entusiasmados al observar cómo cae el agua*)
- 30. Mo:** ahí hay dos fuerzas, la gravedad y...
- 31. Isabel:** el aire
(*EV3lavamanos2*)

Para que los niños “vean” esa “cosa” que todavía no han “visto” a través del experimento el maestro levanta su marcador a la altura de la cabeza y lo deja caer al suelo. Una vez realiza esta representación, pregunta a los niños: ¿por qué se cae al piso? (participación 17). Claudia afirma que el marcador se cae “porque no tiene fuerza para sostenerse” (18). Y el maestro, que parece no esperar esta respuesta, rechaza lo que ella dice y trata de que los estudiantes relacionen la caída del marcador con la fuerza que ejerce la Tierra (participación 19). Pedro que evoca lo que pide el maestro, enuncia que el marcador se cae “porque no hay gravedad” (20).

Nótese que aunque el maestro busca por distintos medios (representación, rechazo a la respuesta de Claudia y relacionar la fuerza que ejerce la Tierra) que los niños “observen” que el marcador y, en consecuencia, el agua caen al suelo por la fuerza de la gravedad, los niños parecen “ver” lo contrario: el marcador y el agua caen al suelo porque no hay una fuerza que los sostenga, y eso, como señalan Driver, Squires, Rushworth y Wood-Robinson (1999), es coherente con lo que “ven” y con aquello que el maestro nombró (fuerzas), aunque difieran de la opinión científica. Puede decirse que como lo que un observador “observa” depende de las experiencias, expectativas y conocimientos (Fourez, 2008), lo que los niños “ven”, no necesariamente coincide con lo que el maestro espera.

Como Pedro dice que el marcador cae “porque no hay gravedad”, el maestro se vale de esta respuesta omitiendo la parte de la respuesta que considera errónea y repitiendo, solamente, la parte que considera correcta: “por la gravedad” (21). Este cambio que el maestro hace de la respuesta de Pedro, genera que el niño intervenga para corregirlo: “no hay gravedad” (22); mostrando con ello, que él no acepta la existencia de una fuerza porque el maestro lo diga, o como encuentra Candela (1998):

que el poder del maestro tiene límites cuando trata de imponer una noción que no convence.

Tras esta corrección, el maestro recurre a una pregunta: ¿No hay o si hay gravedad? (23), para tratar de que los niños expresen la respuesta deseada al poner en duda lo que dice Pedro. No obstante, Leonel aprovecha la oportunidad para apoyar la idea que han mantenido sus compañeros: “si hubiera gravedad, el marcador estaría flotando” (24). Aquí, vale la pena resaltar que aunque esta pregunta no conduce a los niños a “ver” ni a expresar la interpretación científica del fenómeno, sí posibilita que Leonel exprese y defienda su punto de vista; lo cual, según Márquez y Roca (2006: 66), no es un asunto menor, pues el estudiante “pone en juego sus conocimientos y los que se están trabajando en el aula”.

Ante la respuesta de Leonel, el maestro trata de que los niños, ahora, interpreten que sin la acción de la fuerza de gravedad el agua no tendría por qué salir (participación 25). Parece que el maestro, en este momento, enfrenta el dilema (Edwards, 1988) de dar a los niños la información sobre la fuerza de gravedad, de la que claramente carecen y no pueden elaborar por sí mismos -desde un constructivismo extremo proveniente a veces de una interpretación de Piaget-, o dejar que ellos construyan sus propias interpretaciones a partir de la información que tienen, que en este caso es inadecuada desde el punto de vista de la ciencia.

A pesar de la pretensión docente, que los niños expresen que el agua cae por la gravedad y no por la ausencia de ésta, varios estudiantes como manteniendo su mirada alternativa enuncian que el agua cae porque el aire la “empuja” (participación 26); excepto Laura que parece detectar la intención del maestro y responde que ésta cae “por la gravedad” (27). Cuando el maestro escucha a Laura, repite lo que la niña dice (28) y, de este modo, convierte a la gravedad en la otra fuerza que el lavamanos “demuestra”.

Así, luego de este continuo flujo de interacciones, maestro y niños transforman el experimento, esa tarea que Guille y Jesús realizaron en sus casas, en la demostración de unas fuerzas –la del aire y la de la gravedad- (30, 31); tarea que a su vez permitió que maestro y estudiantes movilizaran observaciones cercanas a las del mundo de la ciencia. Esta comprensión significa, por tanto, renunciar al supuesto de que el experimento viene con las “fuerzas” ya dadas, y que lo único que el maestro y los niños deben hacer es “mirar atentamente” para poder “verlas”. Dicho de otro modo,

“observar” fuerzas en este no es algo fortuito (Fourez, 2008), o como dice Lemke (1997): “lo que el ojo “ve” tiene poco que ver con la ciencia y el aprendizaje”.

Para terminar este análisis quiero resaltar, que mientras en el primer extracto los niños “observan” que el aire “empuja” el agua; en el segundo, no todos pueden “ver” la fuerza que ejerce la Tierra para que esta caiga. Puede decirse que esta diferencia radica, en que en el primer extracto el maestro brinda explicaciones precisas sobre la fuerza que ejerce el aire sobre el agua, mientras que en el segundo, aun cuando trata de desplegar la “observación” de la fuerza de la gravedad de distintas maneras, no hace explícito el referente conceptual desde el cual observa. Respecto a la enseñanza y el aprendizaje del concepto de la gravedad, Candela (1999: 76) señala que “los alumnos no pueden elaborarlo automáticamente debido a que no es posible que desarrollen espontáneamente un concepto de tal complejidad”; de ahí que esta investigadora resalte el papel imprescindible que tienen los docentes como mediadores entre el conocimiento de los estudiantes y el de la ciencia (Candela, 1999).

6. Exhibición visual de eventos futuros

Dado que la movilización de la “observación” de fenómenos naturales sucede de maneras imprevisibles en las clases de ciencias de mi trabajo de campo, a continuación presento dos extractos de clase en donde maestros y estudiantes “perciben” fenómenos que no se ven con los ojos, ni se tocan con las manos, ni se oyen con los oídos. Con esto me refiero a la “observación” de sucesos de ahora, a partir de conexiones constantes con referentes del pasado que, a su vez, constituyen oportunidades para explicar consecuencias futuras (Maturana, 2009).

El primer extracto en el que me adentro sucede en el grado tercero de la escuela rural de Santa Fe mientras los participantes realizan un compostaje en el jardín de la escuela. El maestro junto con varios niños buscan troncos para delimitar el espacio donde van a ubicar el montaje; otros niños recorren el jardín de la escuela y pasan a las fincas cercanas para encontrar palos, ramas, estiércol y hojas secas. Ángel va al salón por una pala que trajo de su casa; Carlos se dirige al baño de la escuela para traer agua, y otros niños esperan para colocar las bolsas negras que trajeron de sus casas. Luego de que el espacio para el montaje se delimita, los niños colocan las ramas, los palos, las hojas secas, las cáscaras de banano y el estiércol. Una vez

finalizan esta primera tarea, Ángel integra todos los elementos ayudándose con la pala, Carlos rocía con la regadera y los otros niños y el maestro, cubren con las bolsas plásticas.



Imágenes 18 y 19. Niños y maestro realizando el compostaje.

Una vez terminan de hacer el montaje, como puede verse en la imagen 19, el maestro reúne a los niños para hablar de lo que va a suceder con los elementos que colocaron para hacer el compostaje.



Imagen 20. Maestro y estudiantes conversan luego de realizar el compost.

Extracto 4.12

33. Mo: ¿qué es lo que va a suceder ahí? ¡Lo que habíamos visto que día!

34. Niño: ehh... ¡jabono!

35. Mo: sí, pero ¿qué es lo que va a suceder? ¿Qué es lo que hace que se descomponga?

36. Niño: tienee... las cosas que... ¡célula!... eh... ¡No!

37. Mo: son parecidas a las células

38. Niño: ¡bacterias!

39. Mo: ¡esas! ¿Cómo se llaman?

40. Varios niños: bacterias

(V3compost)

Puede decirse que el maestro con ayuda de la pregunta: “¿qué es lo que va a suceder ahí?” conduce a los estudiantes a elaborar una explicación de carácter predictivo, es decir, lo que se va a poder “observar” en el compostaje que acabaron de realizar; pero además, se ve que el maestro busca que dicha predicción esté en relación con un tema que “vieron” previamente: “¡Lo que habíamos visto que día!” (Participación 33). Esta relación que el maestro entabla entre la actividad que acabaron de realizar y un tema escolar previo parece sugerir que el compostaje va a proveer evidencia de un contenido trabajado con anterioridad.

Esta conexión que el maestro entabla entre lo que va a suceder y aquello que los niños han visto en una clase anterior, a partir de la actividad que realizaron, suscita que un estudiante evoque y exprese el nombre que recibe el producto que se va a obtener del compost (participación 34). Y aunque el maestro acepta la respuesta, vuelve a preguntar: “¿qué es lo que va a suceder?”, tratando de conducir a los niños a evocar y expresar el nombre de los organismos que van a hacer que los elementos se descompongan.

Esta orientación docente promueve que un niño evoque y exprese: “tienee... las cosas que... ¡célula!... eh... ¡No!” (36), como vinculando un conocimiento adquirido previamente y entablando una relación entre el tamaño microscópico de los organismos que descomponen y el tamaño de la “célula”. Y aunque la respuesta no es la que espera el maestro, éste no la descalifica, por el contrario, se vale de ella para elaborar una frase del tipo “son parecidas a...” y, poder así, conducir a los estudiantes a evocar, por comparación, el nombre de los organismos que participan en la descomposición de los elementos (participación 37, 38). De este modo, los niños evocan y conectan lo que habían “visto” en *Google* la clase anterior –“las bacterias”- con el compostaje que acaban de preparar y, a su vez, con lo que dice el maestro le va a suceder a los materiales que allí colocaron –se descomponen-. Es en este momento en el que maestro y estudiantes transforman a ese compostaje en la futura “evidencia” de la existencia de las bacterias, que aunque no las “ven” ni las “verán”, a través de la predicción de lo que le sucederá a las ramas, a los palos, a las hojas secas y a las cáscaras de banana que allí colocaron. Y de manera simultánea puede decirse que aunque el compostaje no permite “ver” a las bacterias, éste sí transforma las miradas

de los participantes en tanto les permitirá “observar”, en un fenómeno futuro, la descomposición que esos organismos “invisibles” realizan en los elementos.

Con base en este análisis, puede decirse que el maestro con ayuda del compostaje y del conocimiento que tiene sobre las bacterias, moviliza una hipótesis tácita, esto es: un salto lógico desde una observación futura -la descomposición- a unos organismos no observados -las bacterias-, en donde dos conocimientos escolares previos -la célula y la observación de las bacterias a través del buscador de *Google*- sirven de puentes para validarla.

Por tanto, podría decirse que la evidencia que aporta el compostaje para “ver” la descomposición que generan las bacterias, resulta ser una evidencia invisible y visible a la vez; en el sentido de que el compostaje permite a los estudiantes “ver” la descomposición y obtener cierta evidencia de la existencia de las bacterias en el proceso, aunque no las “vean” directamente.

En este orden de ideas, la observación no es puramente pasiva (Fourez, 2000) y, por tanto, va más allá del traspaso de un contenido científico. Para que el maestro y los niños “observen” en una futura descomposición la acción de unas bacterias, por demás “invisibles”, se requiere la asociación de distintos y variados elementos: troncos, entorno, palos, ramas, estiércol, hojas secas, cáscaras, agua, bolsas de plástico, el conocimiento del maestro, la relación que el niño entabla con el tamaño de la célula, la observación que hicieron de las bacterias a través de *Google*, gestos, habla y preguntas. Y esta multiplicidad de conexiones muestra que si se desea que los niños establezcan correlaciones entre lo que se observa, lo que se ha observado y lo que se va a observar, se requiere más que la experiencia práctica del compostaje.

No obstante, y esto quiero resaltarlo, el hecho de que los estudiantes al final de la interacción expresen la palabra “bacterias”, no quiere decir necesariamente que hayan construido una explicación frente al fenómeno de la descomposición; a veces, como sugiere Sanmartí (2007: 5): “suponemos que un alumno se ha apropiado de un conocimiento científico porque sabe nombrarlo”. Asimismo, también creo conveniente señalar que el tema de “las bacterias” puede resultar de difícil comprensión para estudiantes de tercer grado de primaria por ser un concepto abstracto y poco familiar para ellos; en este sentido, valdría la pena preguntarse si este contenido es relevante para los niños de estas edades, pues, como señala Rosenvasser (2004), en ocasiones

se comienza con el desarrollo de conceptos abstractos y lejanos, sin considerar el nivel escolar en el que se encuentran los estudiantes.

Reflexiones del capítulo

A modo de conclusión de un capítulo analítico que probablemente abre más preguntas que las que contesta, expongo algunas reflexiones sobre las distintas y variadas maneras en que los maestros y los estudiantes de mi trabajo de campo movilizan la “observación” de fenómenos científicos en las clases de ciencias naturales.

El análisis de los fragmentos de conversación muestra que los maestros de las cuatro escuelas recurren a distintos recursos para que los niños construyan lo que “observan” o “perciben” sobre los fenómenos científicos; el maestro de la *Escuela de Santa Fe*, por ejemplo, aprovecha el jardín del colegio, el salón de las computadoras con acceso a internet, las tareas que realizan los niños en las casas y actividades prácticas como la realización del compost; la maestra de Rafael Uribe Uribe se apoya en las imágenes de una guía y en sus movimientos corporales; el maestro de Usme, se vale de un libro de texto para encontrar una ilustración y convertirla con un marcador en un dibujo en el tablero; y la maestra de San Cristóbal, por su parte, recurre al tablero, al marcador, a la escritura y a los gestos para representar el fenómeno de la circulación en las plantas. Esta variedad de recursos permite ver que lo que sucede en las clases de ciencias desborda aquello que figura como “deber ser” en los programas, propuestas didácticas y capacitaciones docentes, cuando se pretende que los maestros desarrollen competencias relacionadas con la producción de “evidencia” de los contenidos.

Asimismo, esta variedad de recursos parece mostrar que los maestros del trabajo de campo aprovechan, por iniciativa propia, distintos espacios y distintos elementos que tienen en las aulas y en las instalaciones para movilizar experiencias sensoriales de fenómenos científicos. Asimismo, parece mostrar que cuando estos recursos no son suficientes, los maestros recurren a otros lugares para buscarlos; así, el maestro de Usme introduce un libro de texto para apoyar sus clases, la maestra de Rafael Uribe Uribe elabora un cuadernillo con actividades, y el maestro de Santa Fe cede parte de su papel protagónico para que los estudiantes participen activamente en el diseño de la clase (por ejemplo: cuando son los niños quienes realizan los

experimentos que desean en sus casas o cuando buscan en *Google* las bacterias del compostaje).

Sugiero que el hecho de que los maestros apelen a distintos y variados recursos para movilizar la observación de fenómenos científicos, puede deberse en parte a que en Colombia no existen propuestas curriculares rígidas que ciñan el trabajo docente a un único plan de estudios o a un único material educativo. Por el contrario, como puede verse en los análisis, los docentes se apropian de la autonomía y la libertad que las prescripciones ministeriales colombianas les confieren para elegir el tipo de material que consideren según sus posibilidades y las del medio escolar. Sugiero, a la vez, que dicha autonomía y libertad parece invisibilizar la desigualdad de recursos, de apoyo, y, por tanto, las distintas tareas que los docentes y los niños de estas escuelas públicas deben enfrentar día tras día para suplir el déficit de materiales. No obstante, y a pesar de las limitantes, los participantes hacen uso de lo que tienen a su alcance para obtener evidencia perceptiva de los fenómenos científicos, posibilitando distintos modos de interacción.

Asimismo, encuentro que los maestros y los estudiantes despliegan la observación de lo que se considera como hechos científicos de maneras imprevisibles; observando plantas, imágenes de una guía, dibujos en el tablero, movimientos corporales, buscando imágenes a través de *Google*, realizando experimentos. Si bien, estas distintas propuestas movilizan un escenario rico en posibilidades para desplegar de manera colectiva observaciones de entidades inaccesibles a la percepción, los análisis sugieren que no son suficientes para que los participantes obtengan de manera espontánea evidencia perceptiva de los fenómenos científicos. Con ello me refiero a que no basta con “ver” a “Chuchito” –el árbol - la imagen de la guía, los dibujos del tablero, o los experimentos del “lavamanos” y el compostaje, para que maestros y niños desplieguen la observación de los fenómenos en cuestión (el cambio de estado del agua, el significado de un ciclo, la circulación de las plantas, el fototropismo, las bacterias o la descomposición).

Con base en este hallazgo, puede decirse que la idea de que la observación de los fenómenos científicos es “objetiva”, es decir, que refiere a un producto estático, terminado, que se transporta de manera pasiva, y que se encuentra solamente “mirando”, queda rebasada; como se hace evidente en los análisis, tanto maestros, como estudiantes y propuesta visual, intervienen activamente en su producción.

Los maestros del estudio conectan, de manera simultánea, recursos para lograr que los niños construyan una versión de lo que “observan” sobre los fenómenos científicos a través de propuestas visuales; por ejemplo: señalan ciertos aspectos (“¿qué diferencia tiene Chucho (el árbol) con el otro árbol?”, “¿Dentro del vaso hay?”, “¿qué le produce la tierra a la planta?”, “¿para dónde va a girar el girasol?”); brindan información verbal, gestual, escrita o gráfica para reforzar y aclarar el mensaje; elaboran preguntas, frases inconclusas, analogías o situaciones hipotéticas para constatar que los estudiantes están leyendo adecuadamente lo que se les dice y puedan expresar lo que “ven”, para que sean ellos mismos quienes manifiesten el fenómeno que se “observa” (“¿para dónde va a girar el girasol?”, “¿qué le sucede (al hielo) si el Sol lo está calentado?”, “Se vuelve sabia, sabia, sabia...”), o para que establezcan correlaciones entre lo que “observan”, lo que han aprendido en otros momentos y en otros lugares y el contenido conceptual que se pretende enseñar. Y aunque en todos los casos, se puede ver que los maestros orientan de manera explícita la observación, este tipo de interacciones sugiere que ellos tratan de desplegar el conocimiento como si surgiera de los estudiantes; prevaleciendo un trabajo guiado, orientado, pero simultáneamente compartido.

No obstante, estos esfuerzos docentes por tratar, a través de distintos recursos, de convertir un fenómeno científico en una experiencia perceptiva, no siempre resultan ser suficientes para que los niños “vean” y expresen la interpretación científica del fenómeno; así, por ejemplo, mientras que el maestro de la escuela de Santa Fe intenta que los niños “observen” que la fuerza de gravedad es la causa por la cual cae el agua, los niños parecen “ver” lo contrario: que el agua cae por la ausencia de ésta, o como sucede en la *Escuela de Rafael Uribe Uribe*: los niños “observan” que el vaso de la imagen contiene jugo o agua, y la maestra “ve” hielo. Sugiero que estos momentos en los que se presentan distintas percepciones, parecen mostrar una excepcional visión del dilema (Edwards, 1988) al que se ven enfrentados los maestros para lograr que los estudiantes aprendan a “observar” con la lente de la ciencia, decir a los niños la información del contenido conceptual, a riesgo de ser interpretados como docentes tradicionales, o dejar que ellos mismos construyan sus propias interpretaciones a partir de la información que han elaborado en otros momentos y otros lugares, a riesgo entonces de ser señalados de tener una mirada ingenua de la ciencia.

Al rastrear este dilema en algunas de las interacciones, se evidencia que cuando los maestros intentan que los niños por sí mismos, y con solo “mirar” la propuesta visual, elaboren interpretaciones científicas de los fenómenos, éstos parecen no poder desarrollarlas espontáneamente. Pareciera que cuando los niños carecen de explicaciones precisas que los guíen a “ver” de una particular manera; esos fenómenos científicos, aparentemente “evidentes”, suelen quedar invisibles (*como sucedió en la escuela de Santa Fe, cuando los participantes trataban de “ver” la fuerza que ejercía la Tierra para que el agua del lavamanos cayera*). Por tanto, puede decirse que para que los estudiantes logren construir la “observación” de los fenómenos científicos, se requiere que los maestros enseñen, focalicen y comuniquen de manera explícita ciertos aspectos del fenómeno en cuestión, ayudándoles a hacer visible lo que es posiblemente una nueva forma de “mirar” para ellos.

Quiero mencionar que, así como encuentro que la propuesta visual y los maestros intervienen en la movilización de la “observación” de los fenómenos científicos, también encuentro que los niños ayudan a desplegarla. Los extractos sugieren que los estudiantes establecen relaciones entre la orientación docente y la propuesta visual, para interpretar lo que “ven” desde la manera científica de mirar el mundo; no obstante, dichas relaciones parecen ser diferenciadas debido a los modos particulares en que los maestros guían las interacciones. Mientras que en la escuela de Santa Fe los niños interconectan y combinan de manera flexible lo que “observan” con referentes elaborados en otros momentos y en otros lugares, trabajan en grupo sin la presencia docente, expresan, y hasta mantienen, miradas alternativas (*el agua del lavamanos cae porque no hay fuerza de gravedad*), cuestionan las explicaciones cuando no las comparten, elaboran preguntas, descripciones (*se le quita la tapa a la botella, que está llena de agua y que tiene una perforación a un lado de la que sale un pitillo*) y explicaciones (*porque el aire empuja al agua para que salga por el pitillo*); en las escuelas de San Cristóbal, de Usme y de Rafael Uribe Uribe, las respuestas que brindan los estudiantes: “*por el tallo*”, “*para el Sol*”, “*no señora*”, “*a la puerta*”, parecen mostrar que el tipo de preguntas que emplean los docentes limitan dichas posibilidades.

Sin embargo, y a pesar de estas diferencias en las interacciones, sugiero que las asociaciones que los niños entablan, entre lo que “ven”, lo que han observado

antes y las orientaciones docentes, son imprescindibles para reorganizar la información que van obteniendo y co-movilizar otra forma de “ver” lo que les rodea.

Parece entonces, que la “observación” de fenómenos en estas clases se va produciendo a medida que los maestros, las propuestas visuales y los estudiantes, despliegan diversos elementos que interconectados la ensamblan para hacerla presente. Con esto me refiero, a que la orquestación deliberada que los participantes entablan entre: gestos, habla, cuerpo, escritura, dibujos, marcador, tablero, libro de texto, trazos, salón de cómputo, computadora, internet, *Google*, cuadernos, jardín de la escuela, imágenes, plantas, orientaciones docentes, participaciones de los niños, referentes apropiados en tiempos y espacios distantes, botella, agua, aire, entre otros, posibilita que los fenómenos científicos que se pretenden enseñar se vuelvan móviles, es decir, que circulen y se manifiesten, se vuelvan visibles.

Sugiero entonces que la observación de los fenómenos científicos en las aulas del trabajo de campo es situada y, al mismo tiempo, distribuida; en el sentido de que lejos de existir en sí misma, toma forma en el flujo del sinnúmero de elementos dispersos, desvinculados y particulares, que los participantes fusionan de diversas maneras; volviéndolos conmensurables y permitiéndoles funcionar juntos, en este caso, bajo el punto de vista de la ciencia.

Debido a que son distintas y cambiantes las tramas de conexiones por las que la circula la “observación” de los fenómenos científicos en los ejemplos empíricos, podría decirse que más allá del traspaso o reproducción de esta forma de mirar, los participantes dan sentido a sus propias agregaciones al ensamblarlas de manera espontánea e improvisada. Así, en lugar de explicar todo por la presunta imposición de los maestros o del mismo contenido científico, que obliga a los niños a repetir idénticamente en un orden determinado, parece que aprender a “observar” con los lentes de la ciencia escapa a toda fórmula general o a un único o mejor método, pues ésta se redefine de manera colectiva al entretenerse y combinarse con personas, herramientas inanimadas, lugares y momentos espacial y temporalmente distribuidos, pero presentes de algún modo en las situaciones de enseñanza.

Dado que, como lo señale en el capítulo introductorio y como he intentado resaltarlo en algunos de los análisis expuestos, existen momentos en que los maestros y los estudiantes vinculan referencias apropiadas en escenarios múltiples y distintos al momento presente de la situación de enseñanza, a continuación me dedico a rastrear

dichos episodios por considerarlos altamente enriquecedores para entender cómo circula el conocimiento científico en las aulas del trabajo de campo.

CAPÍTULO V. Múltiples y simultáneas conexiones entre espacios y tiempos distintos

“Tiempo y espacio son modos en los que pensamos y no (necesariamente) condiciones en las que vivimos” Albert Einstein.

Reconocer, como sugiere Albert Einstein que el espacio y el tiempo no existen de manera absoluta, sino que cada observador los fabrica en el acontecimiento, plantea serios desafíos para desmoronar las fronteras espacio-temporales con las que con frecuencia se suele concebir e investigar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en las escuelas primarias. Dichas fronteras, parecen reducir la movilización del conocimiento científico al momento y al lugar de la clase y, por tanto, condenar a los maestros y a los estudiantes a existir como “fantasmas pedagógicos” en los confines de las aulas, en salones sin historia (Nespor, 2002: 1, 2).

Cuestionar esta delimitación espacio-temporal del conocimiento científico en las aulas, o comprender que sus fronteras -que hemos dado por supuestas- no tienen por qué ser ciertas, significa dejar de entenderlo como absoluto, aislado, lineal, homogéneo, ajeno y disociado del flujo de interacciones y asociaciones particulares que maestros y estudiantes establecen a una escala mucho más amplia de la que definimos para ese momento como el propio lugar (Massey, 1993), un aula y una clase; y pasar a comprenderlo como un continuum inextricable tejido de conexiones que fluye y se extiende a medida que los participantes articulan, -de maneras imprevisibles-, simultaneidad de espacios y tiempos distintos (Nespor, 1994; Vistrain, 2009; Candela 2010).

Si reconocemos que los maestros y los estudiantes hacen permeables las fronteras físicas y temporales de las clases de ciencias al extender el conocimiento científico más allá de la situación inmediata (Chaiklin y Lave, 2001), o para ser más precisos al entrelazar y combinar dicho conocimiento con diversos elementos y saberes que han construido y acumulado en el transcurso de sus vidas en el pasado remoto o en algún futuro anticipado, (Nespor, 1994; 2002), esos elementos distribuidos en el espacio y en el tiempo se vuelven parte de esa trama –conocimiento- que parece extenderse, y ese pasaje distribuido en el tiempo y el espacio refuerza la pluralidad y

singularidad en tanto la movilización del conocimiento científico puede configurar multiplicidad de itinerarios en cada aula (Nespor, 1994, Candela, 2010).

Concebir el conocimiento científico en las aulas como permeable y en constante movimiento, sugiere que los participantes entablan conexiones con personas y cosas presentes en la clase, pero también con personas y cosas distribuidas en tiempos y espacios distintos (Nespor, 1994), asunto que puede ayudar a disolver dos dualidades ampliamente difundidas y arraigadas en la investigación de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la escuela: conocimiento cotidiano frente a conocimiento científico y contextualización frente a descontextualización. Desde la noción “espacios y tiempos distintos” el estado puro de estos conocimientos o su supuesta “descontextualización” de la vida cotidiana de los estudiantes y de los maestros se hace insostenible o constituye, como dicen Chaiklin y Lave (2001: 18), “un contra sentido”. Luego entonces, podría decirse que afirmaciones del tipo: los maestros enseñan la ciencia sin establecer vínculos con la vida cotidiana de los niños, o la ciencia que la escuela pretende enseñar ignora el contexto, (Pereira dos Santos, 2007; Mosquera y Molina, 2011), parecen, desde esta noción, no ser lo suficientemente estables. Bien los destaca De la Riva al afirmar que “las prácticas de la enseñanza de la ciencia están en la intersección de escenarios, eventos e interacciones sociales virtuales y distantes en el tiempo y en el espacio” (2011: 23).

Tratar la movilización del conocimiento científico en las aulas como interconexiones entre espacios y tiempos múltiples y distintos (Nespor, 1994) abre la posibilidad de rebasar la teoría del cambio conceptual que ha dominado la educación en ciencia (Tobin, 2013). Superar esta teoría y romper las explicaciones binarias, supone mostrar con evidencia empírica que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en las escuelas del trabajo de campo, desdibujan sus fronteras dicotómicas; es decir, van más allá del cambio, sustitución o aniquilamiento de los conocimientos cotidianos, previos, alternativos u erróneos por otros mejores, más cercanos a los de los científicos.

Así, en lugar de asumir una oposición rígida entre contexto y contenido, conocimiento científico y conocimiento cotidiano, conocimiento previo y conocimiento “nuevo”, nociones casi siempre vinculadas a situaciones fijas del presente o del pasado, encamino mis esfuerzos en rastrear de manera detallada el sentido expansivo de la movilización del conocimiento científico en las aulas, es decir, las distintas

configuraciones espacio temporales que maestros y estudiantes despliegan para producir una explicación científica. Sugiero que son estos intersticios, los momentos en que las fronteras físicas y temporales de la clase de ciencias se vuelven permeables, donde es importante centrarse para conocer y entender las distintas tramas por las que circula y se configura esta forma de entender el mundo en las clases de ciencias. Tema que ha sido poco explorado en estudios de educación en ciencia (Rahm, 2012), y que como señala Candela (2006: 807): resulta “importante porque frecuentemente se descalifica el trabajo escolar con el argumento de que el conocimiento científico escolar está descontextualizado y no se establecen puentes con el conocimiento para la vida”. Así entonces, el presente análisis puede aportar conocimientos para repensar la enseñanza y el aprendizaje de las concepciones científicas (Candela, 2010; Fernández et al. 2010).

Son varios los trabajos académicos en los que me apoyo para seguir de cerca el flujo de las conexiones que maestros y estudiantes entablan con fragmentos de realidades que han vivido en escenarios distintos al momento y al lugar de la clase de ciencias. Por ejemplo, retomo la investigación que realiza Nespor (1994) en una universidad de los Estados Unidos porque ilustra las maneras en que los estudiantes de física y de administración, organizan las actividades en el tiempo y el espacio, y producen redes de relaciones que conectan personas y objetos del ambiente inmediato y personas y objetos alejados espacial y temporalmente para pertenecer a esas disciplinas.

Asimismo, los estudios que Roth (1998), Reiss y Tunnicliffe (1999), Venville, Rennie y Wallace (2004) desarrollan en una primaria de Canadá, en dos escuelas estatales del sur de Inglaterra y en una escuela australiana, respectivamente, me permiten evidenciar los momentos en que los maestros y los niños vinculan experiencias más amplias cuando abordan un tema en la clase de ciencias; las enseñanzas de parientes y amigos, la situación cotidiana en sus casas, el ámbito fuera del colegio, aquello que han aprendido en otras clases, los programas de televisión, las películas o sus lecturas entre otras.

Y por último, también resulta relevante para los propósitos de este capítulo las investigaciones que Candela (2006, 2010) realiza en una escuela primaria y en una universidad mexicanas ya que, por una parte, muestra que la maestra de primaria parte de una teoría científica -la teoría de la gravedad- y recupera la experiencia cotidiana de

los alumnos para llevarlos a argumentar sobre las causas del movimiento de algunos objetos y, por la otra, un profesor y un grupo de estudiantes de licenciatura en física que movilizan distintos espacios y tiempos locales (prácticas cotidianas) para co-construir trayectorias que los conecten tanto con la estructura internacional de la disciplina, como con sus prácticas reales.

Con esta mirada de fondo me adentro en mis datos empíricos para explorar en distintas situaciones de enseñanza, algunos de los modos en que maestros y estudiantes comparten, vinculan y combinan, a través de sus participaciones verbales “elementos de su vida más extensa” (Vistrain, 2009: 192) cuando movilizan explicaciones científicas.

Quiero resaltar que los fragmentos de conversación están organizados con la finalidad de resaltar la heterogeneidad de estrategias discursivas que los participantes emplean para extender el conocimiento científico hacia otros espacios y tiempos distintos.

Presentar los episodios de clase manteniendo esta idea me permite mostrar que las interacciones que los maestros promueven en las clases suscitan formas particulares de movilización de este conocimiento y, por tanto, diversos modos de participación por parte de los niños en las diferentes situaciones de enseñanza y aprendizaje (Gee, 1996; Green, 1983; Candela, 1999).

1. Aportas tú, apporto yo, aportamos todos

En este apartado rastreo, algunos de los modos en los cuales los participantes del grado segundo de la *Escuela de San Cristóbal* y los participantes del grado tercero de la *Escuela de Santa Fe* co-movilizan explicaciones científicas a través de las conexiones que entablan entre elementos y saberes que han construido más allá del momento y del espacio de la clase. La co-movilización la entiendo como el proceso en el cual los maestros y los niños, en un trabajo conjunto, evocan, participan, comparten y vinculan sus repertorios de voces, para dar forma a una cierta manera de “ver” e interpretar la “realidad”, en este caso, una más cercana a la mirada de la ciencia.

1.1 ¿Por qué será que...?

En la Escuela de Santa Fe los participantes del grado segundo conversan sobre las causas de los incendios forestales. La interacción se inicia cuando la maestra vincula una noticia que por esos días se trasmite a través de los medios de comunicación; la “quema de árboles” en un país lejano.

Extracto 5.1

24. Ma: Miren lo de las quemas de árboles, ¿por qué será que se dan las quemas de árboles?, ¡y hace poquito vimos (refiriéndose a lo que los medios de comunicación presentan), que en los bosques de otros países había quema de árboles! ¿por qué será? ¿a ver?

El suceso que la maestra vincula: la quema de árboles que sucede en los Estados Unidos, junto con la pregunta que formula a los niños: “¿por qué será que se dan esas quemas de árboles?” (participación 24), propicia que los estudiantes también evoquen, conecten y, a su vez, extiendan el tema del calentamiento global hacia otros referentes de su vida más extensa.

Extracto 5.2

25. Raúl: mi mamá me dijo que aquí arriba, cuando venía para la casa, se estaban quemando los árboles.

26. Ma: ¿por qué será Anderson?

27. Anderson: porque cuando los hombres fuman, botan los cigarrillos al bosque y causan las quemas

28. Ma: eso puede ser una, cuando la gente fuma bota las colillas y como las hojas están secas. ¿Por qué más?

29. Carlos: porque la gente cuando prende fogatas prende fósforos y los tira al piso eso prende

30. Ma: cuando la gente se va allá disque a los bosques hacer fogatas, prende fósforos... ¿por qué papi? *(le dice al niño que está dando su explicación)*

31. Carlos: porque van de campamento

32. Ma: porque se van de campamento y no tienen cuidado cuando hacen las fogatas y botan los fósforos prendidos y eso también puede ser una causa para el incendio forestal, ¿por qué más, a ver Sebastián?

33. Sebastián: es que vi un programa en que habían dos señores y fueron al campamento y tenían dos caballos y entonces hicieron una fogata y dejaron un poquito en el pasto y después se escaparon y los caballos cogieron por un lado y luego ellos cogieron por el... (*Fragmento de la discusión que no se entiende*) y cuando llegaron no había fuego y ellos se salvaron porque ya no había fuego

34. Ma: ¡qué bien!, ¡muy bien! Pero seguramente las hojas y los árboles estaban húmedos
(*A2global*)

Raúl, entrelaza lo que su mamá le dijo acerca de una quema de árboles que sucedió en el lugar cercano (participación 25). Esta participación resulta interesante porque moviliza la conversación que la maestra ubica en otro país hacia la dinámica ambiental de la zona en la que se encuentran ubicados: los cerros orientales; y además, porque permite ver que la voz de la mamá se convierte en un referente para elaborar explicaciones sobre el tema de la clase, es decir, la voz de la mamá “adquiere un valor funcional” y “es una experiencia que está en la base de su desarrollo y, por tanto, de aquello que aporta y ‘lleva’ consigo al contexto escolar” (Vila y Álvarez, 1997: 179).

Anderson, por su parte, conecta una situación que probablemente ha visto en los lugares que habita: “los hombres fuman, botan los cigarrillos al bosque y causan las quemadas” (27). Y Julián, apoyándose en lo que dice su compañero, comparte y relaciona otra práctica que también puede haber observado: “la gente cuando prende fogatas prende fósforos y los tira al piso eso prende” (29). Es de resaltar en estas participaciones que los niños parecen valerse de situaciones que probablemente han visto en otros lugares y en otros momentos distintos al espacio y tiempo de la clase, para hallar las posibles causas que provocan los incendios forestales. Asimismo, vale la pena resaltar que “conforme los alumnos van insertando conocimientos obtenido de diferentes medios (...) van considerándolos y usándolos para expresar otros conocimientos” (Vistrain, 2009: 131).

Mientras los niños participan, la maestra a través de preguntas del tipo: “¿por qué será?”, “¿Por qué más?”, “¿por qué papi?” (participaciones 26, 28, 30), trata de que los niños vinculen más referentes, amplíen la explicación que elaboran y puedan expresar distintas versiones.

Bajo esta dinámica conversacional, Carlos, otro estudiante, al escuchar la explicación que expresa Julián acerca de las fogatas, agrega que este tipo de prácticas suceden cuando las personas van de campamento (participación 31). La maestra que

está atenta a lo que dice el niño, le pide ampliar la idea que expuso y, de este modo, le brinda la oportunidad de compartir y vincular lo que ha visto en un programa de televisión (participaciones 32, 33).

Cuando Carlos termina de contar lo que sucedió con la fogata en el programa (participación 33), la maestra se vincula a la narrativa para brindar una posible explicación sobre por qué el fuego no se propagó si los personajes de la historia la dejaron prendida (participación 34). Este momento permite entrever que para la maestra, el referente que vincula el niño, un programa de televisión, no es considerado como erróneo sino como posibilidad, pues a partir de éste configura una explicación sobre una de las causas de las quemas forestales. Puede decirse que la maestra se vincula en la movilización del tema de la clase como un participante más.

La interacción en su completud parece mostrar que las explicaciones sobre las causas de los incendios forestales se producen en el flujo de las conexiones que tanto la maestra como los niños entablan, a través del habla, entre la noticia del incendio en los Estados Unidos, la voz de una mamá, las prácticas que los niños observan en el lugar en el que viven y lo que un niño ve en un programa de televisión. Podría decirse que es la amalgama de estos referentes, aparentemente distantes al momento y al lugar de la clase, aquello que configura el tema en esta lección.

Con base en lo anterior puede decirse que la conexión que la maestra entabla entre la noticia y la pregunta “¿Por qué será?”, trajo consigo la posibilidad de que los estudiantes evocaran y compartieran distintos conocimientos que han elaborado en su vida más extensa y, por tanto, que no sólo aprendieran del maestro, o del “experto”, sino de lo que unos y otros han vivido más allá de las paredes de la escuela. Como señala Candela (2006: 816), este tipo de estrategias “parece motivar a los niños al legitimar su conocimiento lo cual propicia su participación en la construcción social del contenido escolar”.

1. 2 Un programa que dice...

El segundo episodio que presento en este apartado, sucede también en la *Escuela de San Cristóbal*. La maestra y los niños conversan sobre la importancia de la alimentación equilibrada.

A diferencia del anterior extracto, la maestra provoca la co-movilización del contenido a través de la inserción de espacios y tiempos distintos cuando expresa la siguiente frase inconclusa:

Extracto 5.3

36. Ma: Hay una persona que le gustan las espinacas...

37. Niños: Popeye

38. Ma: ¡sí! hay un programa muy chévere, que dice...

39. Niños: Popeye el marino soy (*Lo dicen cantando*)

40. Ma: ¿y qué le pasa a Popeye cuando come mucha espinaca?

41. Niños: ¡se vuelve fuerte!

42. Ma: se vuelve muy fuerte, ¿es entonces importante comer espinacas?

43. Niños: siiii

(A2nutrición)

La frase inconclusa que utiliza la maestra para vincular al personaje de televisión que le gustan las espinacas y, a partir de éste, movilizar la explicación sobre por qué es importante consumir este tipo de vegetales, provoca que los niños se involucren expresando el nombre de dicho personaje -"Popeye"- (37). La respuesta que dan los niños permite identificar, por una parte, que la referencia que la maestra conecta resulta ser compartida por ellos y, por la otra, que la conexión que entabla esta, no resulta ser del todo ingenua; me refiero a que la maestra parece reconocer el tipo de referencias que pueden ser conocidas por los niños para utilizarlas a favor de la movilización del tema. Además, esta interacción permite evidenciar que el uso de frases inconclusas también puede ser una estrategia discursiva para promover que los niños se vinculen en la producción de explicaciones en las clases de ciencias.

Luego de que la maestra orienta la explicación hacia el personaje "Popeye", guía a los niños para que evoquen e ingresen a la clase de ciencias la canción de dicho programa. Los niños que comparten esta referencia expresan una parte de la canción (participación 39), y de este modo la concatenan con el abordaje del tema.

Cuando los niños terminan de cantar "Popeye el marino soy", la maestra aprovecha para preguntarles por el efecto que tiene sobre el personaje la ingesta de espinaca. Y los niños que comparten dicho referente, responden que Popeye "se vuelve fuerte" (41). Y es en este momento cuando la maestra, generaliza la idea de que el consumo de este vegetal resulta benéfico para las personas.

Este tipo de análisis resulta interesante, pues muestra uno de los modos a través del cual la maestra vincula la cultura popular (Nespor, 1997, 2000), en este caso, el personaje de un programa de televisión para movilizar explicaciones sobre la importancia de consumir vegetales. Así mismo permite identificar que un dibujo animado, entra a la clase y sirve de plataforma para que los participantes del aula produzcan conocimientos sobre una alimentación sana. Así, el evocar y expresar el referente del personaje y la canción del programa, se convierte en la explicación sobre la importancia de consumir espinacas.

Pareciera entonces que el conocimiento científico en esta aula se elabora y reelabora a través de la compleja trama de relaciones que la maestra y los estudiantes establecen a partir de lo que viven más allá del espacio físico y temporal de la clase de ciencias; en este caso, como puede verse, a través del contenido de un programa de televisión.

1. 3 ¡Lo están viviendo!

El último ejemplo que presento en este apartado corresponde al grado tercero de la *Escuela de Santa Fe*. La interacción se suscita cuando el maestro conduce a los niños a sustentar con sus propias ideas la información que previamente buscaron en internet sobre el sistema de páramo. Para lograr este objetivo, el maestro los guía de manera explícita a conectar lo que viven u observan en el ecosistema en el que se encuentran.

Extracto 5.4

76. Mo: Susténtenme lo que dice en Internet con sus ideas. ¡Ustedes lo están viviendo! ¡Chicos el sistema páramo está facilísimo!, porque ustedes viven en el páramo y saben que el frío...

77. Niña: el musgo

78. Niño: el agua

79. Niña: los árboles

80. Niña: lagunas, flores

81. Niña: plantas

82. Mo: el agua, los árboles, las lagunas, las flores, todo ese es un sistema. Pero... ¿cuáles son las plantas que más se ven en el sistema páramo?

83. Todos. ¡Frailejones!²⁶

84. Mo. Frailejones. Él es la planta característica del páramo, que es el sistema más cercano a nosotros
(V3sistemapáramo)

Cuando el maestro parece percatarse de la dificultad que presentan los niños para relacionar la información que buscaron en internet sobre el sistema páramo con el entorno natural que los rodea, los conduce de manera explícita a establecer dicha relación -“... ¡Ustedes lo están viviendo! ¡... el sistema páramo está facilísimo! ...ustedes viven en el páramo...”- (participación 76). Esta participación docente resulta interesante porque permite conocer otro de los modos en que los maestros movilizan los conocimientos científicos hacia redes más extensas para construir explicaciones en el espacio permeable del aula (Nespor, 2000). En este caso, vemos que el maestro traslada a la clase de ciencias los conocimientos que los niños han podido construir sobre el ecosistema que los rodea.

Nótese que cuando el maestro, en su participación, empieza a enunciar una de las características del sistema páramo: “...el frío...” (participación 76), probablemente una de las más familiares para los niños pues, como lo señalé en el capítulo “Singularidades de las escuelas”, las bajas temperaturas son el acompañante permanente en este lugar de la ciudad, detona como en un *efecto cascada* (Vistrain, 2009) que los niños nombren otras características que reconocen en el lugar en el que viven: “musgo”, “agua”, “árboles”, “lagunas”, “flores”, “plantas” (participaciones 77, 78, 79, 80, 81).

A medida que los niños expresan distintos conocimientos del ecosistema en el que viven, el maestro ensambla la explicación del sistema páramo -“el agua, los árboles, las lagunas, las flores, todo ese es un sistema”- (participación 82). Asimismo, puede observarse que el maestro aprovecha las intervenciones que hacen los niños, para conducirlos a expresar características más específicas sobre ese sistema; en la participación 82, por ejemplo, vemos que el docente se vale de lo que dice una niña para conducirlos de manera explícita a expresar el nombre de las plantas que son características del lugar el que viven. Y cuando los niños responden que el nombre de las plantas es “¡Frailejones!” (83), el maestro retoma ese conocimiento para también

²⁶ Plantas características de la vegetación de zonas que se encuentran entre los 2800 hasta los 4300 o 4400 metros de altura sobre el nivel del mar (Hernández, 2008).

entretejerlo con la explicación del sistema páramo (participación 84). Es de resaltarse que desde la teoría sociocultural de Vygostky, “un aprendizaje es tanto más significativo cuantas más relaciones con sentido es capaz de establecer el alumno entre lo que ya conoce y el nuevo contenido que se le presenta” (Miras, 1999: 6).

Con base en esta dinámica de interacción, puede decirse que la explicación de este sistema se va movilizandando a medida que los participantes, en un trabajo conjunto, entrelazan diversos conocimientos que han apropiado en espacios y tiempos distintos al momento y al lugar de la clase; de ahí, que pueda decirse que ya no estamos simplemente ante la transmisión de información textual a través de la palabra del docente, sino ante un ejercicio de creación, producción y transformación a partir de la compleja trama de conexiones que los participantes entablan. Este hallazgo resulta particularmente interesante porque permite entrever que tanto la explicación del sistema páramo como los conocimientos que los participantes han construido en otros escenarios distintos al escolar, cobran rasgos particulares al vincularse y combinarse en la clase de ciencias.

Los anteriores análisis permiten identificar que las estrategias discursivas que los maestros de las Escuelas de *Santa Fe* y de *San Cristóbal* utilizan, una pregunta sobre el por qué, una frase inconclusa o un referente familiar para los niños, propician que los estudiantes movilicen, de la mano de sus maestros, explicaciones científicas extendidas en el tiempo y en el espacio. Dicho de otro modo, este tipo de estrategias parecen abrir la posibilidad de que los participantes amalgamen de manera colaborativa sus repertorios de voces para dar forma a las explicaciones científicas en el salón de clases. Desde este modo de interacción, los aportes que hace el maestro como los que hacen los estudiantes, resultan relevantes para configurar aquello que se denomina conocimiento científico en el aula.

Así pudiera decirse que los conocimientos que los niños han podido construir sobre el entorno natural que habitan, se insertan en el desarrollo del tema de la clase y, a la vez, arraigan la explicación en un mundo familiar. Por tanto, vemos que “el musgo”, “el agua”, “los árboles”, las “lagunas”, las “flores”, las “plantas” y los “frailejones” dejan de ser elementos aislados y se convierten en la representación del sistema páramo.

Sin embargo, el hecho de que los participantes movilicen a través de múltiples conexiones entre espacios y tiempos distintos el conocimiento científico en el aula, no

quiere decir necesariamente que los niños siempre tengan la posibilidad de insertar y compartir públicamente lo que traen consigo. A fin de ilustrar este punto, en el siguiente apartado presento tres situaciones de enseñanza que suceden en la *Escuela de Rafael Uribe Uribe*.

2. Controlar el flujo de conexiones

En estos episodios rastreo las estrategias discursivas que la maestra de la *Escuela Rafael Uribe Uribe* emplea para extender las explicaciones científicas hacia referentes culturales más amplios, debido a que éstas parecen controlar los aportes que los estudiantes realizan de conocimientos elaborados en escenarios y tiempos distintos al momento presente de la clase.

2. 1 El agua se va por el sifón ¿cierto?

El primer ejemplo que presento sucede cuando la maestra decide conectar una situación, probablemente familiar para ejemplificar el ciclo del agua. Quiero señalar que dicha conexión se suscita turnos después de que ella representa el significado de la palabra “ciclo” con sus movimientos a lo largo del salón de clases (fragmento de conversación que analicé en el capítulo anterior). El hecho de que la maestra emplee diferentes recursos para movilizar este contenido, evidencia que las situaciones de enseñanza y aprendizaje no necesariamente están limitadas de manera absoluta a un único modo de presentar los contenidos.

Extracto 5.5

46. Ma: Por ejemplo, el agua que utilizamos para lavar la loza se va al sifón²⁷, ¿cierto?

47. Niños: sí

48. Ma: ¿usted la puede devolver?

49. Niños: no

²⁷ Sumidero en el que cae el agua del lavaplatos.

50. Ma: se fue esa agua y por la cañería los tubos de las aguas negras buscan salida y se van por ejemplo, al río Bogotá que es tan sucio y andan, andan y esas aguas pueden llegar al mar y vuelve se levantan hacia las nubes y un día vuelve y llueve y nuevamente se recupera el agua del mar, de los ríos, de las lagunas. Entonces el agua hace un...

51. Niños: ciclo
(*EOH2cicloagua*)

En este momento de la clase la maestra despliega la explicación del ciclo del agua a partir de la conexión de situaciones familiares para los niños. A partir de estos referentes, la maestra refiere al viaje que esta agua hace por las cañerías y los tubos de aguas negras hasta el río Bogotá que es “tan sucio”, y que continúa hasta llegar al mar donde “se levanta hacia las nubes” para caer en forma de lluvia y nuevamente recuperar el agua del mar, de los ríos, de las lagunas” (participaciones 46, 50).

A medida que la maestra despliega esta explicación, emplea preguntas del tipo: “¿cierto?” y “¿usted la puede devolver?”- (participaciones 46, 48), como suscitando la participación de los niños. A raíz de estas preguntas, los niños se insertan en la interacción sólo para ratificar o negar con monosílabos (participaciones 47, 49). Debido a esta forma de participación de los niños, sugiero que el tipo de preguntas que la maestra utiliza para orientar la movilización de la explicación parece controlar e incluso obturar las posibilidades de que estos puedan insertar referentes que han construido más allá de las fronteras físicas y temporales del salón de clases.

Ello me conduce a sostener que a pesar de que la maestra despliega la explicación del ciclo del agua entretejiendo referentes que pueden ser cercanos a las experiencias que los niños han podido vivir, el modo en que lo realiza, controlando el itinerario o flujo de conexiones para configurar el tema que pretende, resulta riesgoso debido a que obtura las oportunidades de que los estudiantes le den sentido propio a lo que se enseña (Mercer, 1997). Puede decirse que bajo este modo de interacción la maestra controla la dirección del tema, decide qué es correcto, quiénes deben intervenir (Lemke, 1997), en qué momentos pueden expresarse y de qué maneras lo deben hacer.

Este tipo de interacción permite entonces entrever que aunque la maestra extiende el tema, los modos en que orienta el flujo de conexiones terminan conduciéndola a comunicar su versión. Así entonces, más allá del asunto de la “contextualización o descontextualización”, se evidencia la necesidad de reflexionar

sobre los modos a través de los cuales se promueven las interacciones.

2. 2 Un vaso con agua en el congelador

El segundo episodio de este apartado corresponde al momento en que los participantes se encuentran movilizando explicaciones sobre las fases de la materia. La interacción que rastreo sucede cuando la maestra, luego de ilustrar a través de las imágenes de una guía un cambio de estado del agua (episodio que analicé en el capítulo anterior), conecta una experiencia que quizás considera cercana a los estudiantes para elaborar una situación imaginaria que le permita guiar la explicación del cambio de líquido a sólido.

Extracto 5.6

133. Ma: Si a mí se me ocurre tomar un vaso plástico, llenarlo de agua y llevarlo al congelador, ¿voy a tener qué?

134. Niños: hielo

135. Ma: también agua sólida, ¿pero va a tomar la forma de qué?

136. Niños: de un vaso

137. Ma: del vaso. Por eso los helados y las paletas tienen diferentes formas, porque les ponen un molde, un molde de acuerdo con lo se vaya a hacer. Así como la gelatina, la preparamos con agua caliente le ponemos agua fría y si la queremos congelada, bien durita, la dejamos con bastante gelatina y la llevamos al congelador y la gelatina va a tener forma de flor, de corazón, de lo que sea porque el molde era así. Si a ese cubo de hielo le pongo azúcar y un poquito de limón antes de que vaya al congelador, ¿voy a tener un helado de qué?

138. Niños: de limón

139. Ma: de limonada

(EOH2fasesagua)

Las conexiones que la maestra entabla entre un vaso plástico, el agua y las bajas temperaturas del congelador, le permiten plantear una situación imaginaria para movilizar la explicación del cambio de estado del agua (participación 133). Dicha situación produce que los niños se inserten en la interacción, expresando lo que le sucedería al agua cuando se coloca en un congelador (participación 134). No obstante, como los niños expresan que el agua se vuelve “hielo”, la maestra interviene para decirles la palabra técnica con la que se identifica este cambio de estado: “sólido”. La maestra orienta además a los niños a relacionar el estado sólido con la forma del objeto que la contiene (participación, 135).

Cuando los niños enuncian que el agua cuando se congela toma la forma del recipiente en el que se encuentra (participación 136), conocimiento que quizás han aprendido en sus casas, la maestra entrelaza las formas que presentan los helados, los modos de hacer gelatina y la receta del helado de limón para ir configurando la explicación del cambio de estado del compuesto (137).

Esta multiplicidad de conexiones que la maestra entabla entre un vaso, el agua, las bajas temperaturas, las formas de las paletas y de los helados, las recetas para preparar una gelatina “bien durita” y un helado de limón, muestra los distintos itinerarios por los que la explicación de las fases de la materia circula en esta clase de ciencias. Puede decirse que como la explicación de este tema se conecta y extiende hacia diversos referentes que pueden ser familiares a las vivencias de los participantes del aula, ésta adquiere rasgos que pudieran denominarse como propios de las personas que allí se encuentran. De ahí que este hallazgo refuerce lo que Vistrain (2009: 96) encontró en una escuela mexicana: “la exposición de un tema escolar puede ser distinta en cada salón de clases, aunque deba ser expuesto en muchos escenarios escolares”.

En relación con las respuestas que brindan los estudiantes, puede decirse que cuando la maestra extiende el tema de las fases de la materia hacia referentes cotidianos a través de una situación imaginaria, promueve que ellos den forma a la explicación del fenómeno sin necesidad de observarlo directamente y que, por tanto, se asuman dentro del guión escolar como conocedores de éste.

No obstante, es de resaltarse que aunque los niños se vinculan en la interacción discursiva, lo hacen para expresar: “Hielo”, “De un vaso”, “De limón” (participaciones 134, 136, 138). Este tipo de respuestas muestra que ellos tienen la opción de responder lo que la maestra requiere para movilizar la explicación que se pretende. Así, mientras la maestra establece las conexiones entre espacios y tiempos distintos, los niños responden aquellas palabras que esta solicita y en el momento en que lo señala. Así mismo conduce a relacionar forma con estado en el intento por acercar a los niños al fenómeno en cuestión. Puede decirse que bajo este modo de interacción, se aumenta la posibilidad de imponer la versión docente como única ya que obtura las posibilidades de que los niños inserten y aporten otros elementos y evita concatenar aquello que ellos dicen o las situaciones en particular que consideren que pueden conectar con la explicación.

2.3 ¿El Sol, nos da frío o calor?

La última secuencia que presento en este apartado también corresponde al grado segundo de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe*. Aquí la maestra empieza la movilización del tema de la formación de las nubes leyendo a los estudiantes el siguiente texto:

“Todos estos procesos implican enfriamiento del aire. El aire caliente puede contener mayores cantidades de vapor de agua que el aire fresco. Cuando el aire se refresca ya no puede sostener todo el vapor de agua que podía sostener cuando estaba caliente. Este vapor de agua adicional comienza a condensarse fuera del aire en forma de gotitas de agua líquidas. Generalmente, el vapor de agua necesita una cierta clase de partícula, como polvo o polen, sobre la cual poder condensarse. Estas partículas se llaman núcleos de condensación. Eventualmente, bastante vapor de agua se condensará sobre estos núcleos de condensación y formarán una nube. Las gotitas de agua en la nube caerán a la Tierra en forma de lluvia o nieve”.

Luego de que la maestra termina de leer esta información, pide a los estudiantes que expresen oralmente lo que decía la lectura, suscitándose la siguiente interacción:

Extracto 5.7

23. Ma: ¿Qué nos decía la lectura? (*La lectura se encuentra en una cartilla que tiene solo la maestra*)

24. Niña: que el agua se encontraba en la naturaleza

25. Ma: que el agua se encuentra en la naturaleza, muy lindo. Nadie la está haciendo, ¿cierto? La tenemos gratis, acabó de caer el aguacero y se les tiró el recreo, el patio se inundó. Si nosotros fuéramos buenos observadores como lo exigen las ciencias naturales aprovecharías el fenómeno que pasó esta tarde. ¿Que salió ahorita?

26. Niños: el Sol

27. Ma: ¿y el Sol nos da frío o calor?

28. Niños: calor

29. Ma: entonces, ¿qué pasa con el agua que quedó apozada en el patio?

30. Niños: se evapora

31. Ma: entonces la vemos subir como humo, si uno observara eso aprenderíamos muchas cosas, pues el agua se calienta gracias al sol y sube, allá se acumula y se forman las nubes, bueno ese es el fenómeno de formación de las nubes
(*EOH2nubes*)

Ante la pregunta que hace la maestra por la comprensión del texto, una niña expresa una respuesta que parece no dar cuenta de lo que trataba el texto (participación 24). Esto sugiere que la lectura que buscó la maestra para apoyar la movilización del tema escolar no arrojó los resultados que ella esperaba, quizás porque el lenguaje resulta incomprensible para estudiantes de segundo grado de primaria.

La maestra, reconociendo que la respuesta de la estudiante muestra que la temática de la lectura no fue comprendida, omite la discusión sobre el texto y centra la atención en una situación que sucedió esa tarde: el “aguacero que acabó de caer” y que se “les tiró” (arruinó) el recreo porque inundó el patio. Sumado a ello, la maestra cuestiona a los niños por no ser “buenos observadores como lo exigen las ciencias naturales”, (participación 25). Esta interacción permite ver que la maestra se vale de un evento cercano y hasta sentido por los niños, para movilizar la explicación de la formación de las nubes. Cabe resaltar que para entablar la conexión entre el aguacero que cayó esa tarde y la formación de las nubes, se requiere de un bagaje conceptual que permita interpretar a ese aguacero desde una explicación científica. En ocasiones, parece darse por hecho que los estudiantes pueden entablar este tipo de conexiones, sin enseñarles cómo hacerlo.

A partir de esta conexión, la maestra desencadena una serie de preguntas para que los niños expresen y concatenen los conocimientos que tienen sobre la existencia del Sol, sobre el calor que éste produce y lo que ello genera sobre el agua apozada (participaciones 25, 27, 29), para a partir de allí movilizar la explicación.

Estas interacciones resultan interesantes porque permiten entrever que el evento del “aguacero”, en sí mismo, no resulta ser suficiente para que los niños movilicen dicha explicación; como puede verse en el fragmento, la maestra orienta las participaciones a través de preguntas con única respuesta para que ellos puedan interpretarlo desde una versión científica. Reconocer que el “aguacero” no necesariamente conduce a los niños a identificar el fenómeno de la formación de las nubes sino que se requiere la orientación docente, permite tomar cierta distancia respecto a la visión espontánea que en ocasiones se tiene de la “contextualización”, en el sentido de pensar que con el solo hecho de establecer este tipo de vínculos los niños los interpretan a través de la lentes de la ciencia.

Respecto a las respuestas que los niños dan a las preguntas de la docente: “el Sol”, “calor” y “se evapora”, puede decirse que sirven para complementar la explicación

que ella pretende movilizar sin que implique, necesariamente, aportes adicionales más allá de las intervenciones que ella espera obtener. De ahí, que considere pertinente continuar ahondando sobre los distintos modos en que los participantes del aula orientan el flujo de conexiones entre espacios y tiempos distintos cuando movilizan explicaciones científicas, creo que los resultados que pueden aportar este tipo de análisis ayudan a orientar propuestas de enseñanza de la ciencia más próximas a lo que maestros y niños viven cotidianamente.

Dado que hay mucho de no escuela en las movilizaciones de las explicaciones científicas en las clases de mi trabajo de campo y que dichas movilizaciones escapan a la determinación, en la siguiente sección presento varios extractos donde los maestros y los estudiantes comparten e insertan espontáneamente elementos de su vida más extensa, aun cuando éstos parecen no tener relación con el tema que se aborda.

3. ¿Intervenciones divergentes? Posibilidades que trascienden

En esta sección detengo mi atención en rastrear lo que sucede en la interacción colectiva cuando los estudiantes comparten e insertan públicamente referentes que parecen ajenos y con poca vinculación al tema que está siendo expuesto. Sugiero que focalizar la mirada en estos momentos puede mostrar la variedad de posibilidades que este tipo de intervenciones despliegan durante la movilización del conocimiento científico en las aulas y, con ello, resaltar que la frontera entre el conocimiento escolar y el no escolar ya no necesariamente se define por los límites del espacio y tiempo de la clase de ciencias naturales.

3.1 Aplicarles sal a las babosas

El primer ejemplo que presento en esta sección sucede en el grado segundo de la *Escuela de San Cristóbal* mientras los participantes conversan sobre cómo tratar las lechugas para evitar la contaminación. Es de señalarse que esta conversación surge en el marco de la clase donde se trabaja la importancia de una alimentación sana.

Extracto 5.8

40. Ma: ¿Cómo son las babosas, quién las conoce? A ver Zaidy

41. Niña: son como un caracol pero no tienen el caparazón

42. Ma: son como un caracol pero no tienen el caparazón, muy buena descripción. ¿Tienen en la cabecita qué?

43. Varios niños: Antenas

44. Ma: unas antenitas muy pequeñas y les fascina la humedad

45. Luigi: yo las mato con sal

46. Ma: dice Luigi, que las mata con sal. Al aplicarles sal a las babosas, la sal se convierte en un ácido y las quema. Entonces por eso una vez una amiga, hace mucho tiempo, me aconsejó: mire las verduras se lavan con sal, uno coge la lechuga, el agua con sal, las lava y las enjuaga
(A2lechuga)

El modo en que la maestra orienta la explicación, preguntado a los niños cómo son las babosas (participación 40), parece brindar la oportunidad de que los niños evoquen, compartan e inserten conocimientos que han construido en otros lugares y en otros momentos sobre estos moluscos. Así, por ejemplo, vemos que una niña expresa una descripción sobre cómo son las babosas (participación 41), y que varios niños participan para decir que tienen antenas en la cabecita (participación 43).

A medida que los niños comparten diferentes conocimientos estos moluscos, la maestra los concatena y amplía con otros referentes que ella también ha construido (participación 44). El modo en que la docente orienta la movilización del conocimiento parece mostrar un interés por invitar a los niños a continuar insertando saberes más amplios y más precisos sobre el tema de la clase. En este sentido puede decirse como lo señala Candela (2006: 815 - 816), que la maestra “retoma el conocimiento de los estudiantes como fuente de discernimiento legítima, como se ve en la acción de tratar de incorporar sus experiencias extraescolares”.

Bajo este modo de interacción que pudiera decirse flexible y de co-participación, Luigi, un estudiante, tiene la posibilidad de compartir y agregar el conocimiento que tiene sobre el uso que él le da a la sal para afectarlas (participación 45). Resulta interesante ver que esta participación suscita que la maestra retome el referente planteado por el niño -matar con sal las babosas- para desplegar la explicación sobre cómo y por qué lavar las lechugas con agua salada, y que a su vez evoque y entrelace el consejo que una amiga hace mucho tiempo le dio: “mire las verduras se lavan con sal, uno coge la lechuga, el agua con sal, las lava y las enjuaga” (participación 46), para movilizar dicha explicación.

Intervenciones como estas nos permiten conocer que en las clases de ciencias existen momentos en los que una participación inesperada de un estudiante provoca la movilización de explicaciones no necesariamente planeadas *a priori* ni contenidas en el currículo escolar; como sucede con la intervención de Luigi que despliega en la clase de la nutrición la explicación hacia cómo lavar las lechugas. De ahí que pueda decirse que lo que el estudiante lleva consigo le permite apropiarse, transformar, extender, ampliar e enriquecer de manera específica el tema en esta clase de ciencias, constituyéndose así en sujeto activo de la movilización del conocimiento (Portilla, 2013). Sin embargo, es de resaltar que dichas posibilidades se viabilizan en tanto la maestra escucha, retoma y concatena el referente que el estudiante comparte.

3. 2 ¡Profe! una vez...

El segundo ejemplo que presento en esta sección también sucede en el grado segundo de la *Escuela de San Cristóbal*. En este caso puede verse que la intervención inesperada de un estudiante hace virar momentáneamente el tema central de la clase, -el calentamiento global-, hacia otros completamente inesperados.

Extracto 5.9

113. Steven: ¡profe! no es del calentamiento global, una vez yo iba subiendo por una calle y una niña con un serrucho mató una paloma y le quitó la cabeza

114. Niños: ¡uich!

115. Ma: pero mal hecho ¿no?, pues como dice Steven no tiene que ver con el calentamiento global, pero tiene que ver con seres vivos que hacen parte de la naturaleza y que debemos cuidar

(A2paloma)

Steven que reconoce que su participación no refiere al calentamiento global, tema de la clase, hace explícito que su comentario se dirige hacia otro lugar; y como la maestra no le interrumpe, él empieza a compartir una experiencia que presenció cuando caminaba por las calles del barrio en el que vive (participación 113). Llama mi atención que la intervención que hace Steven perfora las fronteras del tema de la clase al conectar una experiencia que no guarda relación con éste; pero además, que dicha perforación se posibilita en tanto la maestra parece no tener inconveniente con que ello suceda; interacción que sugiere por tanto, un ambiente y una orientación

conversacional flexibles.

Resulta interesante notar que cuando Steven termina de narrar su experiencia, sus compañeros expresan desagrado frente a lo que él cuenta (participación 113) y la maestra relaciona otro tema del currículo escolar de las ciencias naturales: el cuidado de los seres vivos (participación 115). Este tipo de respuestas que obtiene la participación de Steven, parece mostrar que el ingreso de su experiencia suscita que los participantes se involucren con ella y que la discusión sobre el calentamiento global vire hacia otro tema: el cuidado de los seres vivos. No obstante, es de señalarse que la maestra es quien abre la posibilidad para que la clase no sólo se ciña al tema que se expone; por tanto, podría decirse que para que virar hacia este otro tipo de explicaciones, la orientación y flexibilidad docente resultan imprescindibles.

En esta vía, la maestra aprovecha el viraje que toma el tema de la clase para compartir e introducir una anécdota que vivió su esposo cuando era niño.

Extracto 5.10

116. Ma: ¿les cuento una anécdota muy chistosa?

117. Niños: síiiii

118. Ma: resulta que mi esposo también fue niño como ustedes y se ponía a hacer caucheras, ¿ustedes saben cómo son las caucheras²⁸?

119. John: cortan una rama y tienen como un cosito de plástico

120. Ma: caucho

121. John: un cauchito y lo cogen y lo estiran y lo estiran así (*el niño con sus manos simula estar halando el caucho de la cauchera*)

122. Ma: eso llamaban en ese tiempo las famosas caucheras, ese cogía el palo como dice John (*la maestra simula con las manos, estar halando la cauchera*) y halaba el caucho y mataba ¿qué?

123. Niños: a los pájaros

124. John: primero tocaba ponerle la piedra para poder apuntarles a los pájaros

125. Ma: (*La maestra asiente con la cabeza*) Pero hoy en día a él le da mucha tristeza lo que hizo y me dijo: cuando yo fui chino²⁹ fui muy malito con los animales, hacia caucheras y mataba a los pajaritos, y por eso hoy en día para compensar lo que hizo los cuida. Todas las veces que vamos a la finca él lleva un talegado de alpiste y de arroz seco de sopa, lo revuelve con maíz y les tiene en todos los árboles unos comederos repartidos y los pajaritos llegan a comer.
(*A2paloma*)

²⁸ Honda: Tira de cuero, o trenza de lana, cáñamo, esparto u otra materia semejante, para tirar piedras con violencia.

²⁹ Término que se usa para referirse a una persona joven o niño.

La conexión que la maestra entabla entre la anécdota de su esposo y la experiencia que vivió Steven, le permite extender las explicaciones hacia los conocimientos que los estudiantes también han construido más allá de las paredes del salón de clases.

Ahora, el modo en que la maestra narra la anécdota de su esposo, utilizando preguntas al finalizar sus intervenciones: “¿ustedes saben cómo son las caucheras?”, “...y jalaba el caucho y mataba ¿qué?” (participaciones 118, 122), parece ser una estrategia que le ayuda a involucrar a los niños en la narración. Así, vemos que aunque lo que hacía el esposo de la maestra sucedió años atrás, es decir, en un pasado lejano, ello no coarta las posibilidades de que los estudiantes también puedan compartir e insertar conocimientos sobre cómo son, para que se usen y cómo se utilizan las caucheras (participaciones 119, 121 123, 124). De ahí que pueda decirse que la anécdota que la maestra comparte resulta también familiar para los niños.

Luego de que la maestra entrelaza lo que su esposo hacía de niño y los conocimientos que los estudiantes expresan sobre las caucheras, da un salto en el tiempo y en el espacio para vincular la actitud de este en la actualidad y su forma de resarcirse (participación 125). Sugiero que dicho salto espacio temporal parece permitirle a la maestra orientar la narración hacia el cuidado de los seres vivos, tema que ella vincula de manera momentánea a partir de la experiencia que comparte Steven.

Como puede verse en este fragmento, la intervención del niño desencadena un flujo de conexiones entre espacios y tiempos distintos que moviliza explicaciones sobre una temática no prevista para la sesión; flujo de conexiones que es posible en tanto la maestra abre la posibilidad para que este transporte, agregue y combine aun cuando no guarden relación con el tema de la clase. Puede decirse que la intervención divergente de Steven lejos de ser un obstáculo para la maestra o para el desarrollo del tema, resulta ser convertida en una posibilidad que suscita conexiones momentáneas entre otras experiencias y otros contenidos alrededor de los temas de la clase de ciencias. Sugiero que este tipo de prácticas muestra en parte, la flexibilidad con la que la maestra de esta escuela orienta la movilización del conocimiento científico en el aula.

3. 3 La araña de las moras y la fuerza G

Los últimos ejemplos que presento en esta sección corresponden al grado tercero de la *Escuela de Santa Fe* cuando los participantes se encuentran en el jardín del colegio observando las plantas. Quiero señalar de manera explícita que en estos episodios de clase pongo especial atención en rastrear los modos en que el maestro hace uso de las intervenciones divergentes para re-movilizar un tema que han trabajado previamente. Rastrear este tipo de situaciones permite conocer otra de las tantas maneras en que se enseña a los niños a reconstruir lo que los rodea a través de la mirada científica.

Mientras Jaime observa una planta del jardín de la escuela, percibe que en una de sus hojas hay un animal que él identifica y de manera espontánea expresa:

Extracto 5.11

66. Jaime: Profe, ¡acá hay una arañota y esa es de las moras!
(*El maestro y sus compañeros se acercan a observar la araña*)

67. Mo: ¿esa araña es un vertebrado o invertebrado?

68. Niña: vertebrado

69. Mo: es un vertebrado, ¿o sea que tiene columna vertebral?

70. Jaime: invertebrado

(*V3araña*)

El conocimiento que Jaime ingresa sobre la araña de las moras a la actividad de la clase, un conocimiento que posiblemente ha elaborado en su proximidad con los insectos y animales de la zona en la que vive, suscita que el maestro y sus compañeros se desplacen desde distintos lugares del jardín para ver lo que éste encontró.

Cuando Jaime y los demás niños observan la “arañota... de las moras”, el maestro a través de la pregunta: “¿esa araña es un vertebrado o invertebrado?” (67), los moviliza a “ver” en esa araña un tema que probablemente trabajaron en clases anteriores y que no estaba previsto para la sesión. La conexión que el maestro entabla entre la participación espontánea que hace Jaime y el tema animales vertebrados e invertebrados, parece mostrar que para él, este tipo de intervención se constituye en una posibilidad para re-movilizar contenidos trabajados previamente. Y aunque desde otras miradas esta conexión pueda interpretarse como una intromisión por parte del

maestro, sugiero que también puede mostrar su preocupación por hacer que los estudiantes establezcan co-relaciones entre un tema que trabajaron con anterioridad y su entorno natural.

Esta situación de enseñanza y aprendizaje vuelve a repetirse turnos más adelante, cuando Andrés, otro estudiante, expresa públicamente el siguiente comentario:

Extracto 5.12

105. Andrés: ¡Fuerza G, adelante! (*expresa en voz alta mientras se dirige a observar otra planta*)

106. Mo: ¡oye fuerza G! ¿Pero usted es un ratón?

107. Andrés: (*ríe*) ¡Sí!

108. Mo: ¿y ese ratón es vertebrado o invertebrado?

109. Niños: vertebrado

110. Andrés: y... ¡carnívoro!

111. Mo: bueno, y ¿cuál es un personaje de la fuerza G que es invertebrado?

112. Niños: la mosca

(V3fuerzaG)

Esta interacción se suscita cuando Andrés de manera espontánea expresa: “¡Fuerza G, adelante!” (105); expresión que vale la pena enfatizar deviene de una película que el maestro les presentó días atrás en la clase de ética y valores. Nótese como a través de la voz de Jaime se inserta, ahora, una frase de una película que los participantes vieron en otro momento y en otro espacio a la actividad de la observación de las plantas.

Cuando el maestro escucha lo que enuncia Andrés, orienta su atención sobre él para decirle: ¡oye fuerza G! ¿Pero usted es un ratón? (106), como vinculándose con la expresión espontánea que el niño hizo sobre la película. A lo que Andrés, como siguiendo la conversación que el maestro propone, responde entre risas que “sí” lo es (107).

A partir de la respuesta que Andrés expresa, ser un ratón de la película, el maestro aprovecha para preguntarle si ese animal es vertebrado o invertebrado (108); utilizando de este modo la expresión espontánea del niño para movilizar o mejor dicho, re-movilizar un tema que trabajaron días atrás. Podría decirse que el vínculo que el maestro entabla con la expresión espontánea no es ingenuo, en el sentido de que éste interviene con el propósito de movilizar un tema científico que no estaba previsto ni

considerado por Andrés. Así entonces, parece que el maestro lo que busca es movilizar el comentario espontáneo de la película “Fuerza G” hacia la representación de los animales vertebrados e invertebrados, insertándolo así en el mundo representacional de las ciencias naturales.

La conexión que el maestro entabla entre el ratón de la película y el tema animales vertebrados e invertebrados, suscita a su vez que varios niños se vinculen a la conversación para decir que éste personaje es vertebrado y carnívoro (109, 110); a lo que el maestro pregunta por otro de los personajes asegurando su particularidad es el de ser invertebrado al contrario del anterior (111). Y los niños, que reconocen tanto el concepto “invertebrado” como los personajes de la película, expresan que el docente se refiere a “la mosca” (participación 112).

Estas interacciones resultan interesantes porque permiten ver que el contenido de la película “Fuerza G”, que Andrés observó en otra clase días atrás, se inserta en el repertorio del estudiante, quien al llevarlo consigo lo inserta de manera espontánea durante la actividad de la observación de las plantas; inserción que provoca que el maestro se vincule para re-movilizar el tema animales vertebrados e invertebrados que han trabajado en sesiones anteriores; conexión que a su vez suscita que todos los niños se vinculen con la expresión espontánea de su compañero y ayuden a re-movilizar el contenido animales vertebrados e invertebrados mediante las asociaciones que entablan con los personajes de la película.

Este flujo de conexiones que se desencadena tras la intervención espontánea de Andrés, sugiere que el estudiante también tiene la posibilidad de suscitar situaciones de aprendizaje en la clase de ciencias naturales convirtiéndose, por tanto, en copartícipe de la movilización del conocimiento científico; sin embargo, dicha posibilidad se viabiliza en tanto el maestro tiene apertura para escuchar, retomar y convertir la expresión espontánea “¡Fuerza G, adelante!” en un escenario para poner en marcha diversas conexiones, conexiones que bien hubiera podido no realizar, ya que le implicaba dejar por un momento la actividad que estaban desarrollando. Puede decirse que este maestro lejos de considerar que los comentarios espontáneos e incluso divergentes que hacen los niños rompen o interfieren con el tejido de la clase, los aprovecha para posibilitar que los estos piensen teóricamente sobre el mundo y aborden progresivamente nuevos problemas y nuevas explicaciones (Bahamonde, 2007).

Asimismo, sugiero que estas interacciones permiten evidenciar que la actividad que los participantes desarrollan en esta clase, -observar plantas - refiere a un entramado de múltiples conexiones donde la frontera entre el conocimiento escolar y el no escolar parece no definirse por los límites espacio temporales de la clase de ciencias; como puede verse, los participantes reúnen y combinan experiencias constantes más amplias que rebasan los límites de la actividad y de la escuela misma (Nespor, 1994), maestro y estudiantes parecen tener acceso al conocimiento científico a través del flujo de conexiones que establecen entre personas y objetos físicamente presentes en el jardín de la escuela y también entre elementos lejanos, presentes de alguna manera en la situación particular (Nespor, 1994).

Podría decirse entonces que los participantes al articular de variadas maneras conocimientos elaborados en otros tiempos y en otros espacios como: las arañas de las moras, la película de la "Fuerza G" y el tema animales vertebrados e invertebrados, producen más particularidades y variaciones en la movilización del conocimiento científico en esta aula; lo que sugiere, a su vez, que dicha movilización parece escapar de un espacio y un tiempo únicos y lineales, así como de un guión prototípico que se cree tienen todas las clases de ciencias naturales en las escuelas primarias, dirigido fundamentalmente por el maestro y por un único contenido escolar. Estas peculiaridades que atraviesan la actividad de observación de las plantas producen, por tanto, itinerarios peculiares que configuran movilizaciones del conocimiento científico singulares.

4. Entre... tejidos: aprender entre iguales

Otro de los momentos en que los participantes integran tiempos y espacios distintos a la movilización del conocimiento científico en el aula, puede verse cuando los niños de la *Escuela de Santa Fe* trabajan entre pares elaborando preguntas a partir de la observación de las plantas que sembraron en el jardín. Sugiero que adentrarse en estos momentos puede ayudar a conocer algunos de los modos en que los estudiantes hacen permeables las fronteras de la clase de ciencias y trascienden su encapsulamiento.

4. 1 El hielo quema las plantas

Luego de que Brayan observa las plantas que sembraron en el jardín, sugiere a sus compañeros copiar la siguiente pregunta:

Extracto 5.13

66. Brayan: Escribamos ¿por qué se murieron tantos árboles?

67. Alejandro: porque cayó hielo y los quemó

68. Pedro: tan bobo, el hielo

69. Alejandro: ¡sí!

70. Brayan: ¿pero el granizo?

71. Alejandro: no, el hielo que cae por la noche es la niebla. Si le cae una gota las mata. ¡Pum, las quema! ¡Las deja negras de una vez!

72. Brayan: ¡ahh!

(V3hielo)

Quando Alejandro escucha la pregunta que sugiere Brayan (participación 66), interviene para expresar que los árboles se mueren porque el hielo los quema (participación 67). La respuesta que da Alejandro a la pregunta que plantea su compañero, permite ver que el niño conecta un conocimiento que probablemente ha construido en la cercanía de prácticas como la siembra de productos agrícolas para no copiar la pregunta que hace su compañero, por conocer de ante mano su respuesta.

La respuesta que Alejandro expresa, el hielo quema a los árboles, suscita que Pedro, un compañero, rechace de manera explícita que esa sea la razón por la que los árboles se mueren (participación 68). Nótese cómo la oposición de Pedro parece devenir de los conocimientos que probablemente ha elaborado a través de sus sentidos, observar que el “hielo” (granizo) no necesariamente quema a las plantas; oposición que además muestra, que cuando los niños trabajan entre pares “también asumen un papel directamente de evaluadores de las intervenciones de sus compañeros” (Candela, 1999: 192).

Esta confrontación que se da entre los puntos de vista de Alejandro y Pedro respecto al “hielo” como causante de la muerte de los árboles, sugiere que aunque los estudiantes habitan aparentemente un mismo entorno natural, el páramo, cada uno en sus historias de vida elabora formas variadas y no necesariamente compartidas de habitarlos y entenderlos.

Ante la oposición explícita de Pedro, Alejandro sostiene que su respuesta es cierta, es decir, que el hielo “sí” quema a los árboles (participación 69). Esto genera que Brayan, otro de sus compañeros del grupo, le interrogue por el tipo de “hielo” al que se refiere (participación 70). Así, Alejandro toma la palabra para compartir e insertar los conocimientos que ha elaborado sobre “la niebla” y lo que ésta genera cuando cae sobre los árboles: “...Si le cae una gota las mata. ¡Pum, las quema! ¡Las deja negras de una vez!” (participación 71); explicación que sus compañeros parecen aceptar como la respuesta a la pregunta que Brayan elaboró –“¿por qué se murieron tantos árboles?”- (66) y por tanto decidan no considerarla, esto es, no escribirla en sus cuadernos.

Interacciones como estas permiten ver que cuando los niños trabajan entre pares también conectan permanentemente conocimientos elaborados en espacios y tiempos distintos al momento presente de la clase, interconectando así una gran diversidad de voces (Vistrain, 2009). Vemos por ejemplo que ellos insertan conocimientos para desaprobar, interrogar, justificar y aprobar lo que sus compañeros expresan; volviéndolos parte de las observaciones y preguntas que elaboran sobre las plantas. Sugiero que son justamente este tipo de interconexiones las que les permiten movilizar la actividad de observación que están desarrollando en esta clase de ciencias.

Además de ello, esta interacción muestra que cuando los niños trabajan entre pares, esto es, sin la presencia del maestro, movilizan conocimientos sobre el entorno natural en el que viven como se pudo ver en este caso los estudiantes aprendieron a través de la voz de Alejandro que hay un tipo de frío, “la neblina”, que quema a las plantas. Un fenómeno recurrente en la zona en la que se encuentran pero que no todos identifican como la causante de la quema de las hojas de los árboles.

4. 2 ¡Esas burras pican!

El segundo y último extracto de clase que rastreo en este capítulo sucede en la Escuela *de Santa Fe*, en la clase en la que los participantes se encuentran realizando un compostaje en el jardín del colegio (sesión de la que también analizo un fragmento en el capítulo anterior).

Mientras los niños buscan en el jardín restos de material vegetal para colocar en el compostaje (ramas y hojas), el maestro les llama la atención:

Extracto 5.14

32. Mo: ¡Ojo! No arranquen las hojas de los árboles porque son comedero de algunos animales

33. Jesid: ¡de las burras! ¡Y esas burras lo pican!

34. Jonathan: ¿qué son burras?

35. Jesid: las burras son unos animales grandes que tienen un chuzón en la cola y si lo pican, uno se brota³⁰

36. Elizabeth: ¿hay muchas burras?

37. Jesid: sí, en un bijao³¹. Y esas burras un día me picaron y me picaron muchas, y una se me fue en el estómago y me picó por acá (*señala en su cuerpo la parte del ombligo*)

(V3burras)

El llamado de atención que el maestro hace a los niños para que “no arranquen las hojas de los árboles porque son comedero de algunos animales” (participación 32), suscita que Jesid evoque, conecte y exprese públicamente el nombre que se le da a un insecto que se encuentra en algunas plantas de la zona: “las burras”, y lo qué este le causa a las personas: “lo pican” (participación 33).

El conocimiento que Jesid comparte de manera espontánea sobre “las burras”, provoca que Jonathan, un compañero, se vincule con lo que él dice pidiéndole explicaciones acerca de esos insectos (participación 34). Aquí nuevamente puede verse, por una parte, que entre los niños se confieren autoridad para movilizar conocimientos que no manejan y, por la otra, que los niños no necesariamente comparten los mismos conocimientos sobre el entorno natural aunque aparentemente se encuentren en el mismo sector de la ciudad de Bogotá; de ahí, que pueda decirse que la noción de un único contexto que determina ciertos conocimientos también parece ser relativa.

Ante la solicitud explícita de Jonathan, Jesid le explica que “las burras son unos animales grandes que tienen un chuzón en la cola y (que) si lo pican, uno se brota” (35). Esta explicación también permite ver la manera en que el niño inserta y comparte

³⁰ Aparecer granos o alguna erupción en la piel.

³¹ Nombre que recibe una planta cuyas hojas se emplean para envolver diferentes platos típicos colombianos (envueltos, mantecadas, tamales, hallacas, entre otros).

en la clase del compostaje elementos de experiencias del pasado, tuyas o quizás de otras personas.

Manuela, que hasta este momento sólo escuchaba la conversación que mantenían sus compañeros, se vincula para preguntarle a Jesid si “hay muchas burras” (participación 36). Ante esta pregunta, Jesid les comparte, ahora, el nombre de la planta en la que estos insectos se encuentran: “bijao”, y una experiencia que vivió con éstos “animales”: “... esas burras un día me picaron y me picaron muchas, y una se me fue en el estómago y me picó por acá (*señala en su cuerpo la parte del ombligo*)” (participación 37).

El hecho de que Jonathan y Manuela le pregunten a Jesid sobre las burras, puede ser muestra de que ellos le confieren legitimidad a lo que su compañero expresa para movilizar conocimientos sobre estos insectos; lo que sugiere a su vez que en esta clase de ciencias parece no haber un lugar asignado para el docente ni otro fijo para los estudiantes, “así como tampoco parece haber una posición definitiva para el que sabe y el que no sabe” (Candela, 1999: 233). Como puede verse, los niños se apoyan entre sí para organizar sus ideas e interpretaciones sobre el fenómeno en cuestión, creando la posibilidad de alcanzar otras comprensiones (Acher y Arcá, 2006).

Los niños al insertar y compartir diversos conocimientos en la interacción con sus pares despliegan la movilización de temas que en ocasiones no son considerados en los currículos escolares, pero que parecen ser de su interés. Sugiero que dicho interés se evidencia en las solicitudes explícitas que hacen entre ellos para obtener explicaciones sobre el hielo o las “burras”. Para Candela (1999), y yo lo comparto, este “trabajo activo y dinámico parece no ajustarse a los esquemas que se han definido como característicos del discurso institucional en la escuela, controlado por el maestro” (1999: 193).

Evidenciar que los niños entretujan experiencias más amplias para movilizar las actividades del compostaje y de la observación de las plantas, significa entender que ellos tienen la posibilidad de extender dichas actividades en el tiempo y en el espacio, esto es, de volver permeables los límites espaciotemporales de las clases de ciencias. En este sentido, podría decirse que los niños a través del sinnúmero de conexiones que establecen entre los diversos ámbitos en que se mueven (Nespor, 1997), producen una redefinición del conocimiento científico en esta aula; un conocimiento científico que parece no estar “encapsulado” (Nespor, 1994), reducido o limitado a las paredes del

salón o al tiempo de la clase, sino extendido a lo largo de sucesos distribuidos en el tiempo y el espacio, tomando diversas direcciones y cobrando rasgos particulares.

Para finalizar, sugiero que estas situaciones de enseñanza también permiten ver que no existe una única manera de movilizar los contenidos científicos en las aulas, una intervención espontánea o un rechazo a una pregunta se convierten en posibilidades para que los niños compartan e inserten experiencias más amplias a las clases de ciencias. Creo que reconocer estos aspectos puede brindar pistas sobre cómo orientar la movilización del conocimiento científico en las escuelas primarias, un conocimiento que por las huellas rastreadas en los distintos fragmentos parece tener un carácter situado y simultáneamente extendido, esto es, un entramado de múltiples interconexiones entre espacios y tiempos distintos. O como dice Nespor: un conocimiento que presupone organizaciones de espacio y tiempo que se imbrican en múltiples ocasiones (Nespor, 1994).

Reflexiones del capítulo

El análisis de las secuencias de conversación que he presentado muestra que los maestros y los estudiantes estudiados de campo permanentemente evocan, conectan y entrelazan conocimientos, experiencias, historias o vivencias construidos en ámbitos y momentos distintos al presente para movilizar conocimientos científicos en las aulas. Sugiero que este hallazgo confirma lo establecido anteriormente por Nespor (1994), Roth (1998), Reiss y Tunnicliffe (1999), Venville, Rennie y Wallace (2004) y Candela (2006, 2010), que como lo señalé en la introducción de este capítulo han mostrado con evidencia empírica que las clases de ciencias se caracterizan por ser permeables a los diversos elementos que los participantes apropian de espacios y tiempos distintos.

Así, encuentro que los participantes de la *Escuela de Santa Fe* entretejen conocimientos que han elaborado en el contacto con el ámbito natural en el que viven, en la cercanía de prácticas como la siembra de productos agrícolas y en las experiencias con especies características de la zona. En el caso de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe* vimos que la maestra vincula la enseñanza a un lugar de la ciudad en la que se encuentran y a sus problemas ambientales, así como a situaciones que los niños pueden vivir en sus casas, alimentos que probablemente consumen de manera cotidiana y algunos consejos sobre elaboración de alimentos. Y en la *Escuela*

de San Cristóbal encontré que los participantes se referían a lo que personas ajenas al ambiente y momento escolar les habían dicho, a las prácticas que realizan probablemente los adultos en los lugares en los que viven y a las informaciones que obtienen a través de los medios masivos de comunicación.

Este hallazgo pone en tela de juicio la idea que con cierta frecuencia se repite en los estudios que se hacen sobre la enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas primarias: los maestros pocas o raras veces vinculan o tienen en cuenta los contextos socio-culturales de los estudiantes para abordar los contenidos científicos en las clases de ciencias. Como puede verse en los análisis, tanto los maestros como niños los conectan estos contextos en todo momento y los convierten en su medio principal para moverse dentro de las ciencias naturales. En otras palabras, los participantes de estas aulas logran entender el conocimiento científico dentro del contexto de experiencias cotidianas que rebasan los límites del salón de clase y de la escuela misma.

El hecho de que los participantes del trabajo de campo conecten o articulen lo que han vivido más allá del espacio físico y temporal de la clase de ciencias naturales para movilizar los conocimientos científicos en las aulas, sugiere que dicha movilización y por tanto, dichos conocimientos adquieren rasgos únicos y distintivos en cada salón de clases. Tal parece que aunque en ocasiones se persista en la idea de la estandarización u homogenización tanto de las prácticas como de los contenidos que se enseñan, vemos que los participantes de estas cuatro escuelas tienen la capacidad de producir modos específicos, singulares y originales de movilizar explicaciones científicas en la escuela primaria.

Se observa que cada uno de los temas que los participantes movilizan en las sesiones (sistema páramo, calentamiento global, ciclo del agua, nutrición, fases de la materia, bacterias, entre otros), transita de modos distintos según los referentes, las experiencias, los intereses, las preocupaciones y las historias de vida que ellos entrelazan. Con base en esto, pareciera que los conocimientos científicos que circulan en estas aulas tienen mayor libertad de movimiento de la que se cree, en el sentido de que transitan a través de los diversos itinerarios que maestros y niños elaboran al interconectar elementos dispersos en el espacio y en el tiempo. Por citar un ejemplo, puede decirse que el tema de los incendios forestales, sesión que corresponde a la Escuela de San Cristóbal, se configura y reconfigura a través de la noticia de la

conflagración en Estado Unidos, de lo que una mamá le dijo a un estudiante, de lo que los niños ven cotidianamente en las calles de su barrio (ver que las personas fuman y botan las colillas al suelo), y de lo que observan en los programas de televisión.

Decir entonces que los participantes del aula movilizan los conocimientos científicos al conectar multiplicidad de espacios y tiempos (como los frailejones, los nacederos de agua, la niebla, las burras, el río Bogotá, el agua con la que se lava la loza, las recetas de la gelatina y del helado de limón, entre otras), sugiere a su vez que esos referentes apropiados en momentos y escenarios diferentes al presente, también se reelaboran y, por tanto, re-significan desde los lentes de la ciencia. Por ejemplo, el hecho de que el maestro de la *Escuela de Santa Fe* emplee los personajes de la película “Fuerza G” para movilizar el contenido “animales vertebrados e invertebrados” implica que el contenido adquiere rasgos particulares al combinarse con éstos referentes, y que dichos referentes, en este caso los personajes de la película, también adquieren otras significaciones. Esta característica de la movilización de los conocimientos científicos en estas aulas parece mostrar que cuando los participantes combinan de múltiples e inesperadas maneras el tema de la sesión con lo que han vivido más allá del espacio físico y temporal de la clase, les otorgan a éstos sentidos particulares.

Sugiero que dicha singularidad de los conocimientos científicos que circulan en estas aulas vuelve borrosa la separación que con frecuencia se hace entre lo escolar y lo extraescolar, el adentro y el afuera, lo científico y lo cotidiano; como vemos, los participantes permanentemente traspasan las fronteras físicas y temporales de las clases de ciencias desdibujando sus límites (Nespor, 2002).

De modo que contrario a considerar a los conocimientos que se elaboran en momentos y lugares distintos al de la clase como inferiores, erróneos u obstáculos que deben eliminarse o sustituirse para aprender a ver el mundo con los ojos de la ciencia, como suelen concebirse desde el cambio conceptual, en estas aulas, los participantes los insertan y articulan para movilizar explicaciones científicas; dicho de otro modo, pareciera que ellos van expresando explicaciones científicas a través de los recursos y elementos que agregan. Este hallazgo resulta interesante, sobre todo tomando en cuenta que se trata de los primeros grados de educación básica, porque permite ver que los participantes, al entablar un flujo de conexiones entre lo que se ha dominado como conocimiento cotidiano y conocimiento científico, desdibujan las divisiones con

las que comúnmente se delimitan. Así, en lugar de quitar y poner un conocimiento por otro o de “cambiar” un conocimiento por otro, como si fueran dominios especiales con delimitaciones alrededor, encuentro que los participantes producen un conocimiento científico distribuido en tiempos y espacios distintos (Nespor, 1994; Vistrain, 2009; Candela, 2010).

Señalar que los participantes del trabajo de campo producen el conocimiento científico a través de las múltiples conexiones que establecen entre espacios y tiempos distintos, sugiere que dicho conocimiento en lugar de ser estático y delimitado parece ser extendido, es decir, que se encuentra distribuido en el entramado de recursos y elementos que maestros y estudiantes van agregando y concatenando. Así entonces, podría decirse que el hecho de que los participantes se encuentren en un mismo espacio y compartan un mismo tiempo (el salón de clases en la sesión de ciencias naturales), no implica que los conocimientos que allí se movilizan estén, necesariamente, sujetos a ese tiempo y a ese espacio, o que sean configuraciones lineales que mantienen un ritmo constante, que fluyen indefinidamente en una sola dirección o que siguen una única trayectoria rectilínea y uniforme; por el contrario, los ejemplos muestran que la movilización de éste conocimiento se caracteriza por configurar entramados multidimensionales. Creo que este hallazgo brinda la posibilidad de re-pensar la movilización del conocimiento científico en cada aula como espacios y tiempos peculiares y no absolutos, donde un entramado de acontecimientos simultáneos compone su actual momento. Por todo esto, se podría subrayar que el desdibujamiento de las fronteras no es solo en la dirección de permear el espacio de la clase de ciencias, sino también de ensanchar su radio de acción.

Asimismo, puede verse que la movilización del conocimiento científico en cada aula del trabajo de campo toma itinerarios diferenciables, no existe una movilización equivalente a otra, puesto que incluye las múltiples y distintas interconexiones que los participantes entablan entre espacios y tiempos distintos. Desde esta mirada, parece ponerse en tela de juicio concebir que aquello que acontece en las clases de ciencias corresponde a un tiempo y un espacio de manera uniforme.

Respecto a los modos en que los maestros del trabajo de campo conectan referentes apropiados en escenarios y momentos distintos a la clase de ciencias, también son variados. La maestra de la *Escuela de San Cristóbal* además de referirlos para explicar un tema escolar, permite que los estudiantes inserten experiencias

vividas fuera de la escuela aun cuando éstas no tengan relación con el tema que se expone. La maestra de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe* los inserta para elaborar situaciones imaginarias que le permitan mostrar evidencia del contenido de la clase. Y el maestro de la *Escuela de Santa Fe* aprovecha los conocimientos que los estudiantes expresan de manera espontánea, para movilizar un tema visto con anterioridad (animales vertebrados e invertebrados).

Aunque cada maestro emplea prácticas diversas para vincular espacios y tiempos distintos, también es posible identificar algunos rasgos comunes y recurrentes. En primer lugar, que los participantes de las cuatro escuelas parecen ensamblar el conocimiento científico en las aulas al vincular y combinar los distintos elementos que insertan; como lo mostré en los ejemplos de las quemas, la nutrición, el sistema páramo, el ciclo del agua y los estados de la materia. Y en segundo lugar, que tanto los maestros como los estudiantes conectan conocimientos apropiados en espacios y tiempos previos sin que lo hayan planeado con anterioridad, en palabras de Vistrain (2009: 193): “de manera improvisada, espontánea, sin alguna premeditación”. Vemos así, por ejemplo que la observación de las plantas, el insecto en la hoja (la araña de las moras), un programa de televisión (Popeye), un llamado de atención que hace el maestro (no arrancar las hojas de los árboles), o sencillamente el deseo de compartir algo que se vivió por las calles del barrio (ver una niña quitarle la vida a una paloma), se convierten en todo un escenario para movilizar explicaciones científicas.

Encontrar como rasgo común y, a su vez, distintivo que los maestros y los niños del trabajo de campo despliegan el conocimiento científico en el aula a través de lo que ya conocen, sugiere que la conexión de espacios y tiempos distintos en la clase de ciencias naturales va más allá de lo que comúnmente se considera: referirlos y trasladarlos solamente al inicio y al final del proceso, como herramientas de partida o de llegada para el establecimiento de estrategias de enseñanza (Rivera, 2013). Sugiero además, que este hallazgo permite cuestionar la concepción comúnmente arraigada de que los maestros raras veces consideran las ideas que expresan los niños y que, por tanto, no son un referente continuo durante las sesiones de clase.

No obstante, es importante señalar que cada uno de estos rasgos comunes adquiere particularidades en las interacciones que se suscitan al interior de cada clase. Con esto me refiero a que los modos en que los maestros orientan las sesiones parecen incidir en las maneras en que los niños se involucran y participan en la

movilización de los conocimientos científicos. En esta vía, vimos que la maestra de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe*, licenciada en biología, a pesar de entablar diversas conexiones entre el tema de la clase y referentes que pueden ser cercanos a las cotidianidades de los estudiantes, orienta las participaciones de los niños hacia la expresión de la respuesta deseada, aumentando así la posibilidad de imponer su versión docente como única. Sin embargo, el empleo de estos modos de interacción parece también mostrar la necesaria mediación que ella requiere para guiar a los estudiantes a “ver” la versión científica de los hechos o para la comprobación de la comprensión de algunos asuntos prácticos y metodológicos (Mercer, 1997).

Por otra parte, puede verse que tanto la maestra de la *Escuela de San Cristóbal*, licenciada en pedagogía reeducativa, como el maestro de la *Escuela de Santa Fe*, psicólogo, además de vincular espacios y tiempos distintos con la exposición del tema, animan también a los niños a expresar y vincular experiencias o vivencias a través del uso de recursos discursivos del tipo: “¿alguien sabe por qué...? ¿por qué más? ¿quién conoce...? ¿por qué será...?”. Estos recursos parecen promover una dinámica de co-movilización del conocimiento científico en las aulas, esta es: en la que se escucha y vincula las versiones de todos.

Otro aspecto a resaltar en la estructura de interacción de estos maestros, es que ellos no detienen la construcción de explicaciones cuando aceptan o legitiman una versión, sino que con ayuda de la pregunta: ¿por qué más?”, retornan nuevamente la palabra a los niños, favoreciendo que más estudiantes participen activamente en el proceso que se lleva a cabo (Mercer, 1997).

En los diferentes ejemplos analizados, especialmente en los que corresponden a las Escuelas de Santa Fe y San Cristóbal, pude también observarse que los estudiantes además de participar para expresar las respuestas que los maestros buscan para desarrollar la explicación, tienen la posibilidad de insertar referentes que han vivido en espacios y tiempos distintos al de la clase de ciencias; provocando con ello, que los maestros también se vinculen a sus repertorios de voces y movilicen temas no previstos para la sesión.

En los ejemplos también se observa que cuando a los estudiantes se les da la oportunidad de trabajar con sus pares, como sucede en la *Escuela de Santa Fe*, se favorece la exposición de referentes que han elaborado más allá de la clase de ciencias. Como puede verse en los extractos de la clase de la observación de los

árboles, los niños se apoyan en estos saberes para desaprobar, interrogar, justificar, aprobar, evaluar, ampliar ideas, explicar, validar y, a su vez, movilizar diversos conocimientos sobre el entorno que los rodea. Sugiero que estas situaciones de enseñanza también resaltan lo encontrado por Candela (1999), que contrario a lo que comúnmente se cree el control del discurso en el aula no siempre lo tiene el maestro.

Los análisis también muestran que parte del trabajo que los maestros realizan en las clases de ciencias está encaminado a promover el ingreso y el vínculo de experiencias, vivencias o referentes que tanto ellos como los niños han construido más allá de las paredes del espacio físico y temporal de la clase, bien sea para desplegar los temas que se abordan o para movilizar temáticas no relacionadas con la sesión; esto conduce a resaltar que los maestros de las escuelas de Santa Fe y de San Cristóbal no tienen inconveniente con dejar por un momento de lado la actividad que desarrollan y conversar sobre temas que los niños ingresan con sus participaciones.

Estas prácticas permiten ver la flexibilidad con la que los maestros de estas escuelas movilizan el conocimiento científico en las aulas. Sugiero que dicha flexibilidad puede ser un indicativo de las diversas apropiaciones que ellos, en su trabajo cotidiano, realizan de la autonomía que las orientaciones curriculares nacionales les confieren para desarrollar los contenidos sugeridos a través de las necesidades propias del contexto social y cultural de la comunidad educativa con la que trabajan (MEN, 1998).

Reflexiones Finales

Los análisis de los fragmentos de clase de estas cuatro aulas de escuelas primarias públicas de Bogotá, Colombia, no pretenden plantear generalizaciones para todas las escuelas del país; sin embargo, las reflexiones que presento, sugieren otras maneras de entender la elaboración del conocimiento científico en las aulas, así como de aquello que se conoce o se denomina como conocimiento científico escolar. Los análisis presentados me permiten a su vez esbozar otros modos de aproximarse a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y, por ende, plantear temas posibles para futuras investigaciones.

Seguir de cerca las distintas maneras por las cuales maestros y niños movilizan los conocimientos científicos en las aulas sin asumir una mirada del “deber ser”, - abandonar la idea de que aquello que sucede en las clases se enmarca dentro de unos ideales-, me permite entablar un debate sobre algunos de los supuestos con los que suele concebirse la elaboración de este conocimiento en las escuelas primarias. Propongo entablar este debate debido a las repercusiones que los supuestos que a continuación enuncio, tienen y han tenido en la valoración del trabajo de los docentes de primaria y en la valoración de aquello que los niños hacen en las clases de ciencias.

Suele decirse que como los maestros de primaria tienen una escasa formación disciplinar y un limitado conocimiento en didácticas específicas: a) suponen que es difícil enseñar ciencias a los niños porque están lejos de la capacidad de comprensión de este conocimiento; b) centran sus prácticas exclusivamente en la enseñanza de la escritura, la lectura y la realización de cuentas (García, 2008; Gutiérrez, 2004; Fumagalli, 1997; Bahamonde, 2007); c) enseñan las ciencias como un conjunto de conceptos, en el que los contenidos se dan como una sucesión (Peña, Aristizabal y Correa, 2011); d) presentan la ciencia bajo el método científico (Lemke, 1997; Segura, 2000); e) emplean un modelo transmisivo de enseñanza, definen conceptos en el tablero que los niños escuchan pasivamente y memorizan sin comprenderlos (Oliva y Acevedo, 2005); e) enseñan la ciencia de manera descontextualizada, como algo ajeno a la vida diaria de los niños (Caez, Ávila y Vargas 2006; Mosquera y Molina, 2011); f) y los estudiantes son simples acatadores y receptores de información (Lemke, 1997). Presupuestos todos que suelen proyectar la idea de que tanto la formación como las prácticas que emplean estos maestros, son las principales razones por las cuales la

mayoría de los niños no son atraídos por las clases de ciencias y, por ende, están lejos de construir el conocimiento científico en las aulas (Schleiger citado por Linares, 2012; UNESCO, 2005). Es más, se suele considerar que estos supuestos explican en gran medida el fracaso escolar.

1. No obstante, a lo largo de los análisis se puede evidenciar que los maestros del estudio dedican tiempo y diversas estrategias para orientar a los niños hacia la identificación de los fenómenos naturales desde una mira cercana a la de la ciencia, o dicho de otro modo: para volver cercana, colectiva y compartida esta forma de entender el mundo. Estas prácticas parecen mostrar que los maestros, por lo menos los de este estudio, reconocen la importancia que se le da a la enseñanza de las ciencias naturales en estos grados escolares. Así entonces, creer que los maestros de primaria se dedican exclusivamente a enseñar a leer, a escribir y a hacer cuentas, o que no enseñan las ciencias porque consideran que los niños no tienen las capacidades para comprenderlas, parecen ser visiones estrechas respecto a la multiplicidad de prácticas que acontecen en las cotidianidades de las aulas escolares de la básica primaria.

2. Las huellas rastreadas en los tejidos de las interacciones verbales de los participantes del estudio, muestran que los maestros despliegan este conocimiento a través de múltiples y simultáneas conexiones que establecen entre elementos heterogéneos dispersos en el tiempo y en el espacio; tablero, marcadores, cuadernos, escritura, gestos, movimientos corporales, trazos de líneas, información verbal para aclarar el mensaje, focalizar la atención sobre ciertos aspectos, brindar información extra, emplear terminología, elaborar preguntas, situaciones hipotéticas, frases inconclusas, analogías, así como para concatenar aquello que los niños expresan, lograr que establezcan correlaciones y participen. Además de ello, en los ejemplos de la *Escuela de Santa Fe* puede verse que el maestro extiende el trabajo académico más allá de las paredes del aula, cuando lleva a los niños al salón de las computadoras para ver” a las bacterias del compostaje y cuando realiza la clase en el jardín de la escuela. Parece entonces que como lo sugiere Naranjo (2011: 8) para el caso de una escuela mexicana, en estas aulas también existen “momentos en los que el espacio de trabajo académico trasciende los límites físicos del aula”.

3. Encuentro también que la movilización que se hace del conocimiento científico en las aulas del trabajo de campo, entrelaza los distintos materiales que los

docentes emplean para desplegar las lecciones. La maestra de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe* elabora un cuadernillo que multicopia y entrega a los niños con recursos propios, convierte a su cuerpo en un instrumento móvil que porta el significado de la palabra “ciclo” y lee a los niños un texto escrito. El profesor de la *Escuela de Usme*, recurre a un libro de texto de una editorial comercial que él mismo ha escogido y utiliza las ilustraciones que allí se presentan para convertirlas en un dibujo en tablero. La maestra de la *Escuela de San Cristóbal*, realiza un dibujo en el tablero y promueve que los niños busquen información en sus casas sobre los temas de la clase. Y el maestro de la *Escuela de Santa Fe*, acude a la realización de actividades experimentales y prácticas, así como a la sala de las computadoras para que los niños busquen imágenes de bacterias a través del buscador *Google*; promoviendo y cediendo, en todos los casos, parte de su papel protagónico al posibilitar que los estudiantes participen activamente en el proceso de búsqueda y diseño de la clase (recordemos que los niños eran los encargados de llevar los experimentos al aula y de buscar las imágenes en *Google* de acuerdo a sus propios criterios).

Esta variedad de prácticas permite entrever algunos de los modos por los cuales los maestros de estas aulas sortean diferentes situaciones para buscar apoyos didácticos que consideran pertinentes para la enseñanza, así como la creatividad a la cual recurren para desplegar el conocimiento científico. Podría decirse que estas prácticas muestra algunas de las apropiaciones que los maestros realizan en sus prácticas cotidianas de la libertad y autonomía que las orientaciones curriculares colombianas les confieren para elegir los materiales educativos según las posibilidades del medio escolar. En este sentido, pareciera que al no haber propuestas curriculares rígidas que ciñan el trabajo docente a un único plan de estudios o a un único material educativo, estos tienen flexibilidad de apelar a distintos y variados recursos para apoyar sus clases. Vemos que los docentes además de recurrir a los apoyos didácticos que tienen a su alcance en las escuelas, extienden sus búsquedas y las búsquedas que los niños hacen, más allá de las fronteras físicas de estos espacios.

Pero a la vez, sugiero que la autonomía y libertad que promulgan las orientaciones curriculares colombianas en cuanto al uso de materiales didácticos según las condiciones sociales, culturales y económicas de la comunidad educativa, puede invisibilizar la desigualdad de recursos o de apoyos institucionales que enfrentan docentes y niños en las cotidianidades de las escuelas públicas, así como las distintas

tareas que estos deben realizar para suplirlos. Pareciera entonces que dichas propuestas fundamentadas en una concepción amplia de lo que significa el acceso a la información, podrían a su vez estar restringiendo el acceso a ciertos materiales a aquellos estudiantes que viven en situaciones precarias económicas y que sus familias ni los maestros tienen como suplir.

4. Si bien, estos distintos apoyos didácticos movilizan diversas posibilidades para desplegar de manera colectiva el conocimiento científico en las aulas, los ejemplos muestran que no son suficientes para que los participantes obtengan de manera espontánea evidencia de los fenómenos científicos. Por tanto, la idea de que la observación de los fenómenos, desde el punto de la ciencia, se transporta de manera pasiva y se encuentra solamente mirando, es decir, es objetiva, parece quedar rebasada. Ni las imágenes que los niños encuentran en Google, ni el compostaje, ni los movimientos corporales, ni los dibujos que los maestros realizan en los tableros, ni la ilustración de la guía, ni el experimento del lavamanos y ni las plantas del jardín, conllevan por sí mismos, a “observar” los fenómenos en cuestión. Sin embargo, es de resaltarse que sin estos recursos, dichos fenómenos hubiesen sido inaccesibles ante los ojos de los niños y de los maestros. Podría decirse que estos apoyos representan entonces tecnologías que permiten a los fenómenos convertirse en algo “observable”, y que la práctica social es la que produce una cierta imagen y los inscribe en el punto de vista de la ciencia.

5. Otro de los elementos que los participantes ponen en relación para volver accesible esta forma de ver el mundo, son los contenidos. Sobre este aspecto en concreto, encuentro que cada uno de los maestros del estudio, aun cuando orientan clases en el mismo grado -dos en el grado segundo y dos en el grado tercero-, desarrollan diferentes contenidos en sus lecciones. Los temas de cada lección, varían de un aula a otra. Para el caso del grado segundo, la maestra de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe* trabaja el ciclo del agua, las fases de la materia, la formación de las nubes, el universo y los movimientos del planeta Tierra; y la maestra de la *Escuela de San Cristóbal*, las quemadas forestales, la circulación en las plantas, la sana alimentación, el cuidado de los seres vivos y el sistema solar. Lo mismo sucede con los maestros del grado de tercero, mientras el maestro de la *Escuela de Usme* trabaja el fototropismo, el oxígeno, los movimientos de los seres vivos, los recursos naturales y la materia; el maestro de la *Escuela de Santa Fe*, aborda la observación de plantas, la elaboración

de preguntas, las bacterias del compostaje, la gravedad, la descomposición, el sistema páramo y los animales vertebrados e invertebrados.

El hecho que los maestros decidan qué contenidos abordar en las clases de ciencias, muestra otra de las apropiaciones que cada uno de ellos hace de las orientaciones curriculares nacionales -*Ley General de Educación* (MEN, 1994), *Indicadores de logros* (MEN, 1996), *Lineamientos Curriculares para las Ciencias Naturales* y *Estándares Básicos de Competencias para el área de Ciencias Naturales* (MEN, 2004)-, pues si bien estas orientaciones presentan contenidos científicos básicos para el diseño y desarrollo curricular del área de ciencias naturales en los diferentes niveles de la educación formal, también hacen énfasis en la autonomía que tienen los maestros y las escuelas para diseñar el plan de estudios teniendo en cuenta las necesidades del contexto social y cultural de la comunidad educativa. Así entonces, mientras los maestros de la *Escuela de Usme* y de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe* parecen priorizar temáticas conceptuales, los maestros de las escuelas de Santa Fe y de San Cristóbal focalizan más sus elecciones hacia contenidos actitudinales, de experimentación y de orden sociocientífico -calentamiento global, quemas de bosques, cuidado de los seres vivos, exploración del medio natural-.

Sobre esta reflexión en concreto, parecería pertinente cuestionar: ¿hasta qué punto resulta relevante enseñar las ciencias naturales desde una mirada de “contenidos” para los niños de estas edades? Y, en esta vía, ¿qué priorizar en estos niveles escolares?

6. Los niños movilizados por las orientaciones docentes, los apoyos didácticos, los contenidos y por aquello que han elaborado en otros momentos y otros lugares, se involucran en la movilización del conocimiento científico para completar frases, responder aquello que los maestros persiguen, comunicar sus versiones, elaborar explicaciones, descripciones, hipótesis, predicciones, preguntas, justificaciones y valoraciones. Asimismo, en los ejemplos del estudio puede verse que los niños en las clases de ciencias mantienen y defienden sus puntos de vista -a pesar de la contraposición docente o de sus mismos compañeros-, trabajan en grupo, emplean terminología, convierten en dibujo y escritura aquello que observan, leen textos e imágenes, realizan experimentos e indagan información sobre los contenidos en sus casas, exponen trabajos realizados como tarea, suscitan que sus compañeros y sus maestros evoquen conocimientos, realizan búsquedas en internet y, todo el tiempo,

establecen conexiones entre las orientaciones docentes y los conocimientos que han elaborado en otras clases, en su paso por la escuela, con sus familias, en los lugares que habitan o en programas de televisión y películas.

Así entonces, puede verse que los niños lejos de ser simples acatadores y receptores de información, ayudan a poner en relación diversos elementos para ver e interpretar aquello que les rodea desde una manera más próxima a la científica. Esto resulta distinto a aquello que suele pensarse que hacen los niños de estas edades y de estos años escolares durante las clases de ciencias. De ahí, la pertinencia de continuar documentado sus múltiples voces en estos lugares y momentos.

7. Como rasgo común y distintivo, encuentro que los maestros y los niños del estudio suelen vincular permanentemente referentes que han construido y acumulado en el transcurso de sus vidas, en espacios y tiempos múltiples y distintos al momento presente de la situación de enseñanza, para desplegar el conocimiento científico en las aulas. Los datos empíricos muestran que los participantes interconectan y combinan de maneras flexibles aquello que sus familiares y amigos les dicen, programas de televisión, noticias o películas, preparaciones de alimentos, así como eventos o sucesos que acontecen durante la jornada escolar o en clases anteriores, conocimientos sobre animales, plantas y situaciones ambientales, experiencias que presencian en sus casas o en las calles por las que transitan, alimentos que consumen, anécdotas suyas o quizás de otras personas, entre otros.

Esto resulta distinto a lo que suele afirmarse: los maestros ignoran el contexto o enseñan la ciencia sin establecer vínculos con la vida cotidiana de los niños (Pereira dos Santos, 2007; Obregoso, Gallejo y Valbuena, 2010; Mosquera y Molina, 2011). En los casos revisados, como lo mencioné, los maestros y los niños de estos grados escolares movilizan el conocimiento científico en estas aulas a través de asociaciones fluctuantes, intrincadas y simultáneas entre tiempos y espacios distintos. El hecho de que los maestros susciten que los niños aprendan un nuevo contenido relacionando una serie de conceptos, concepciones, representaciones y conocimientos adquiridos en el transcurso de sus experiencias personales, parece mostrar una concepción constructivista del aprendizaje (Coll, 1990).

Pareciera entonces que los participantes lejos de “encapsular” (Nespor, 1994), reducir o limitar la movilización de este conocimiento a las paredes del salón y al momento de la clase, lo extienden por caminos variados e inesperados, a lo largo de

sucesos distribuidos en el tiempo y en el espacio, que le otorgan rasgos particulares y lo mantienen en constante cambio. De este modo, los participantes parecen redefinir ese conocimiento científico que se moviliza en estas aulas.

Mostrar que los participantes de este estudio conectan aquello han vivido más allá del espacio físico y temporal de la clase para movilizar el conocimiento científico, pone en duda la supuesta “descontextualización” que comúnmente se dice tiene este conocimiento en las aulas, así como la división tajante con la que suele concebirse aquello que se ha denominado como conocimiento cotidiano y conocimiento científico - dualidades ampliamente difundidas y arraigadas en la investigación de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias-. La evidencia empírica permite comprender que el conocimiento científico que se moviliza en estas aulas de primaria es poroso y permeable al continuum e inextricable repertorio de voces de maestros y estudiantes, repertorios que vinculan y combinan de maneras creativas y dinámicas situaciones del presente, del pasado y de un futuro posible.

8. En los casos descritos se identificó que los referentes que vinculan los niños no son considerados como inferiores, erróneos u obstáculos sino como posibilidad, en el sentido de que a partir de estos los maestros despliegan explicaciones de fenómenos científicos. Así, en lugar de que los maestros busquen sustituir estos referentes que los niños insertan, como podría pensarse desde una concepción del cambio conceptual, se sirven de estos como plataformas para producir explicaciones científicas en las aulas; conectándolos en todo momento y convirtiéndolos en su medio principal para enseñar y aprender a ver el mundo desde los lentes de la ciencia. En estas clases los maestros y los niños parecen producir un conocimiento científico distribuido o extendido en tiempos y espacios distintos (Nespor, 1994; Vistrain, 2009; Candela, 2010), a través de una movilización que se caracteriza por configurar entramados multidimensionales –conexión de acontecimientos simultáneos-.

9. Los análisis también muestran que los maestros no solo promueven el ingreso y el vínculo de aquello que los niños han construido más allá de la clase en los momentos de inicio y final de la sesión, sino que permanentemente los refieren y articulan para desplegar el conocimiento científico; convirtiéndolos en referentes continuos durante las sesiones de clase y volviéndolos parte integrante de ese conocimiento que se configura en las aulas. Así entonces, en la movilización del conocimiento, por lo menos en los ejemplos de este trabajo, coexisten las referencias

diversas que tanto maestro como estudiantes elaboran en otros tiempos y espacios distintos al momento presente de la sesión.

10. Por otro lado, los ejemplos de clase presentados también muestran que la movilización de esta forma de entender el mundo adquiere más particularidades debido a la heterogeneidad de interacciones discursivas que los maestros promueven en las clases. Dichas interacciones suscitan formas particulares de movilización del conocimiento y, por ende, diversos modos de participación de los estudiantes. La maestra de la *Escuela de San Cristóbal* y el maestro de la *Escuela de Santa Fé*, ella formada en pedagogía reeducativa y él como psicólogo, además de guiar a los niños a la respuesta deseada, promueven que estos expresen y vinculen distintos conocimientos a través de recursos discursivos del tipo: “¿alguien sabe por qué (...)?, ¿por qué más?, ¿quién conoce (...)?, ¿por qué será...?”, “ustedes (...) saben que (...)”.

Este tipo de recursos permite a los maestros retornar la palabra a los niños y escuchar las versiones de todos, aun cuando estas, aparentemente, no guarden relación con la clase de ciencias; dando así lugar, a una dinámica de interacción en la los maestros se vinculan como un participante más y los estudiantes se conciben como conocedores del conocimiento. Una dinámica de interacción en la que los niños no sólo aprenden del maestro, sino de lo que unos y otros han vivido más allá de las paredes de la escuela. Así entonces, conforme los participantes insertan conocimientos obtenidos de diferentes medios, los maestros junto con los estudiantes van agregando otros y los van concatenando para movilizar conocimientos científicos en las aulas.

Además de ello, puede verse que cuando el maestro de la *Escuela de Santa Fe* da la oportunidad a los niños de trabajar con sus pares, sin su supervisión, favorece que los niños conecten, vinculen y combinen conocimientos que han elaborado más allá del espacio y tiempo de la clase para interrogar, justificar, evaluar, explicar y, a su vez, movilizar diversos conocimientos sobre el entorno natural que los rodea. De ahí, la importancia de desarrollar actitudes positivas hacia el trabajo en colaboración en las clases de ciencias.

Estos maestros cuyas formaciones son en pedagogía reeducativa y psicología parecen entonces considerar a los niños como movilizadores del conocimiento al permitirles socializar sus saberes y tomando en cuenta sus aportes aunque estos sean divergentes; mostrando así prácticas de enseñanza flexibles que entrelazan las voces

de los niños, dejándolos participar, alentándolos a hacerlo y entrelazando aquello que dicen.

Para los casos de la maestra de la *Escuela de Rafael Uribe Uribe*, licenciada en Biología, y del maestro de la *Escuela de Usme*, licenciado en tecnología, encuentro que, por lo general, orientan las interacciones con preguntas o enunciados del tipo: “El sol está aquí y el girasol está aquí (señala cada dibujo), ¿para dónde va a girar el girasol?”, “¿por ahora qué estoy haciendo, durmiendo?”, “¿Es ciclo o no es ciclo?”, “el agua que utilizamos para lavar la loza se va al sifón ¿cierto?” o “¿usted la puede devolver?”. Este tipo de recursos discursivos parecen suscitar que los niños participen en la movilización del conocimiento para expresar la respuesta “correcta” o deseada y que, por tanto, las versiones docentes se impongan como únicas.

De modo que aunque estos maestros también se esfuerzan por desplegar el conocimiento científico a través de referentes que pueden ser cercanos a las cotidianidades de los niños, sus modos de orientarlo -preguntas con una única respuesta- parecen aumentar las posibilidades de que los estudiantes se involucren, solamente, para negar o ratificar. Sin embargo, estos modos de orientación discursiva parecen ser útiles cuando los docentes buscan que los estudiantes expresen la versión científica de los hechos o cuando tratan de comprobar la comprensión de algunos asuntos prácticos y metodológicos (Mercer, 1997).

Podría decirse que los modos que los docentes utilizan para orientar las interacciones son muy relevantes, pues de ellos dependen en gran medida los flujos de participación que se suscitan.

11. Los distintos modos que utilizan los maestros para orientar las interacciones, parecen mostrar la tensión que existe entre la necesaria mediación que requieren hacer para que los niños identifiquen la versión científica de los hechos y la preocupación, y hasta demanda, para que estos participen activamente en la movilización del conocimiento científico en las aulas. Esta tensión muestra el dilema (Edwards, 1988) al cual se ven enfrentados los maestros: expresar un cuerpo conceptual del fenómeno en cuestión –a riesgo de ser tildados de transmisionistas- o dejar que los niños construyan sus propias interpretaciones a partir de la información que tengan –a riesgo entonces, de ser señalados de tener una mirada ingenua de la ciencia-.

La evidencia empírica que aporta este estudio, muestra que a pesar de los esfuerzos docentes por hacer que los niños por sí mismos vean y expresen la interpretación científica de los fenómenos, esto no siempre se obtiene; pues aquello es evidente u observable para el maestro, no necesariamente coincide con aquello que es evidente u observable para los niños. Esto significa que los estudiantes requieren explicaciones precisas que los guíen a “ver” esos fenómenos científicos. Y que los maestros requieren enseñar, focalizar y comunicar de manera explícita un cuerpo conceptual para que los estudiantes “observen” aquello que se espera desde las lentes de la ciencia. En ocasiones se piensa que la evidencia existe en sí misma y que se encuentra mirando, o que los maestros sencillamente se paran en frente de los niños a recitar un contenido.

Describir aquellos momentos en que los maestros enfrentan dilemas en las clases de ciencias, brinda acercamientos de cómo estos se mueven entre sus propios ideales y los requisitos externos colocados sobre ellos. Analizar estas tensiones, permite comprender a las prácticas de enseñanza de las ciencias como dinámicas, en el sentido de que los maestros durante toda la clase se encuentran tomando decisiones en torno a cómo presentar el conocimiento científico a los niños, cómo facilitar sus aprendizajes.

12. Una cuestión destacable en los análisis de estas clases, es que los maestros que suelen orientar a los niños a expresar la respuesta “correcta” o deseada y que, por tanto, suelen imponer sus versiones como únicas en las clases, son aquellos que tienen una formación como licenciados en un área específica de las ciencias, la maestra de la escuela de Rafael Uribe que es licenciada en Biología y el maestro de Usme que es licenciado en tecnología. Así mismo, encuentro que son estos mismos maestros quienes priorizan el desarrollo de contenidos conceptuales al momento de enseñar las ciencias naturales.

Estos rasgos comunes y distintivos de estos maestros en cuestión resultan llamativos, pues a menudo se cree que por tener una formación en ciencias se sabe enseñarla; pues como conocen de la disciplina y de sus correspondientes didácticas no se centran en el control de la clase y atraen la atención de los estudiantes (Oliva y Acevedo, 2005). Premisa que desde la evidencia empírica que aporta esta investigación, parecería relativizarse.

Con base en estos distintos modos de orientar la movilización del conocimiento científico en estas aulas de primaria, y al ver de manera específica las diferencias tan marcadas entre los maestros cuyas formaciones son en biología y tecnología y los maestros cuyas formaciones son en pedagogía reeducativa y psicología, surgen como preguntas de reflexión final: ¿será que cuando la formación del maestro es en un área específica más trata éste de imponer su concepción?, o ¿será que no se requiere un conocimiento pedagógico para conducir la enseñanza?, o ¿acaso es suficiente conocer bien los contenidos para saber enseñar?

13. En cuanto a los años de experiencia que tienen los docentes del trabajo de campo y sus modos de movilizar el conocimiento científico en aulas, este estudio evidencia que tanto la docente de la *Escuela Rafael Uribe Uribe* con 30 años dedicada a la docencia como el maestro de la *Escuela de Usme* con tan solo tres, orientaban a los niños a la respuesta esperada limitando las posibilidades de versiones y participaciones alternativas. Contrario al caso de los maestros de la *Escuela de Santa Fe* y a la maestra de la *Escuela de San Cristóbal*, que con cinco y veintinueve años de experiencia respectivamente, guiaban y alentaban a sus estudiantes a conectar y vincular sus saberes y experiencias. Estos resultados parecen mostrar que no necesariamente el tiempo de servicio define el desarrollo de ciertas prácticas de enseñanza en aulas.

14. Este estudio muestra que las tramas por las que transita el conocimiento científico en estas aulas son imprevisibles, plurales, singulares, dinámicas y flexibles. Con esto me refiero a que dicho conocimiento se va ensamblando a medida que los maestros y los niños, en un trabajo conjunto, concatenan distintos elementos, -cuerpo, conocimientos elaborados en otros momentos y lugares, contenidos, espacios físicos, recursos discursivos, apoyos materiales, preferencias, apropiaciones curriculares, formaciones docentes, entre otros-, que interconectados son capaces de ensamblarlo o tornarlo visible. Son muchos los elementos que intervienen en el proceso de movilización del conocimiento científico en las aulas, todos ellos suponen cambios, imprevistos y adaptaciones. Pudiera decirse entonces, que como este conocimiento deviene de las múltiples y simultáneas conexiones que los participantes establecen entre elementos heterogéneos, es permeable y se encuentra en constante movimiento.

15. Si bien en las clases de ciencias naturales se reproduce cierta forma de ver y entender aquello que nos rodea, dicha mirada parece redefinirse en el entramado del

sinnúmero de elementos dispersos, desvinculados y particulares que los participantes entretejen y combinan. Lejos de ser un conocimiento estático y delimitado por un espacio y un tiempo absolutos, los maestros y los niños del trabajo de campo parecen producir un conocimiento científico extendido en espacios y tiempos distintos. Un conocimiento “proteiforme” (Rockwell y Ezpeleta, 2003) -que cambia continuamente de forma- y que rebasa su estricta localización entre los límites de las apariencias inmediatas, las paredes del aula y el tiempo de la lección.

16. En lugar de explicar todo por la presunta imposición de los maestros o del mismo contenido científico, que obliga a los niños a repetir idénticamente un orden determinado, los datos empíricos muestran que enseñar y aprender a ver con las lentes de la ciencia en estos años escolares escapa a una fórmula general y a un único o mejor método. Los maestros y los estudiantes de las cuatro escuelas despliegan esta forma de ver y entender el mundo a partir de una pluralidad metodológica desprovista de absolutismos y rigidez. Dicha pluralidad parece mostrar que el conocimiento científico que se moviliza en estas aulas es a-metódico, transita de maneras improvisadas, espontáneas a través de una diversidad de formas.

La idea entonces de que los maestros de los primeros años escolares de la escuela primaria transmiten a través de un único método, en un orden determinado y sin ninguna modificación el conocimiento científico en las aulas, parece quedar rebasada; los ejemplos muestran que estos se desplazan a través de distintos itinerarios en cada situación de enseñanza. En las cuatro aulas de las escuelas del estudio los participantes producen modos específicos, singulares y originales de movilizar explicaciones científicas.

17. Las diversas movilizaciones por las que se despliega el conocimiento científico en las aulas del estudio permiten evidenciar que maestros y estudiantes configuran, por tanto, conocimientos científicos plurales y particulares; en el sentido de que estos los elaboran en un entramado de interacciones únicas que no escapan de las significaciones, las palabras, nociones, teorías, experiencias, referentes e historias del ambiente inmediato (clase de ciencias) y de espacios y tiempos lejanos, que aunque pueden tener elementos en común con aquello que acontece en otras aulas, son irrepetibles. Podría decirse que estas tramas de interacciones flexibles, son las que van permitiendo a los niños de segundo y tercer grado de primaria conectarse con las

concepciones científicas y aprender a identificar fenómenos que eran invisibles a sus ojos.

18. Desmantelar algunos de los caminos diversos e imbricados por los cuales maestros y estudiantes de estas aulas de primaria de escuelas públicas transitan para elaborar el conocimiento científico en las aulas, muestra que se sabe muy poco sobre la ciencia en aula y, a su vez, permite entrever posibilidades para continuar aprendiendo de aquello que acontece en las clases de ciencias en el país, por ejemplo: documentar prácticas de maestros que tienen formaciones profesionales distintas a la de ser maestro y que orientan clases en estos años escolares -esto porque en Colombia todo profesional puede trabajar como docente en estos años escolares-, estudiar los distintos usos e incorporaciones que los participantes hacen de las TIC en las clases de ciencias -empleo de buscadores, de soportes electrónicos para percibir fenómenos y criterios de selección-, así como las apropiaciones que realizan de las orientaciones curriculares y las conexiones que entablan entre diferentes modos semióticos para tornar visibles los fenómenos científicos (que aunque hay trabajos pioneros se requiere mayor conocimiento).

19. Considero que estudiar el proceso de ensamble del conocimiento científico en las aulas con ayuda del enfoque etnográfico y de algunos recursos del análisis del discurso desde una aproximación sociohistórica y cultural, me permitió acercarme a aquello que de manera anónima, y muchas veces invisibilizada, maestros y estudiantes realizan en su quehacer cotidiano para enseñar y aprender las ciencias naturales.

Estas herramientas teórico metodológicas me ayudaron a seguir los rastros que deja el flujo inesperado de conexiones que los participantes establecen entre diferentes elementos presentes en la clase, pero también con elementos están distribuidos en tiempos y espacio distintos. De este modo, dichas herramientas me permitieron desplegar comprensiones variadas sobre el proceso de imaginación, creatividad, selección y decisión que implica enseñar y aprender a “ver” con los ojos de la ciencia en aulas de primaria. Comprensiones que restituyen la complejidad que los binarios ocultan y que la búsqueda de prácticas ideales o perfectas ensombrece. Sugiero, por tanto, que la etnografía articulada con recursos del análisis del discurso desde una aproximación sociohistórica y cultural provee modos alternativos para interrogar e investigar la educación en ciencias en las aulas de primaria.

20. Finalmente, quiero resaltar que acercarme desde un enfoque etnometodológico a documentar el quehacer cotidiano de maestros y estudiantes transformó mis concepciones respecto a la realidad estudiada, pues me implicó aprender a entender al otro sin un ideal preconcebido y a describir sus prácticas sin elaborar juicios de valor. Esta transformación en mis modos de aproximarme al objeto de estudio, me condujo a su vez a reconsiderar las miradas dicotómicas con las que solía clasificar el mundo, miradas que por lo menos en mi caso tenían una presencia marcada y de las cuales no era tan sencillo deshacerme. Hablar del otro como posibilidad, con matices, diferencias y rasgos en común, me obligó por tanto a reelaborar permanentemente mis aproximaciones teóricas y a darme cuenta de la profunda responsabilidad que implica producir conocimientos sobre aquello que los maestros y los niños realizan en las clases de ciencias.

Creo que los aportes que este estudio provee sobre las dificultades y soluciones específicas involucradas en el trabajo diario de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, pueden ser una vía para repensar y crear otros modos de movilizar conocimientos científicos en las aulas de escuelas primarias.

Lejos entonces de concluir esta tesis, considero que el desafío consiste en continuar documentando aquello que maestros y estudiantes realizan en sus prácticas cotidianas cuando dan vida a las concepciones científicas en las aulas. Aprender de los demás y entender que las diferencias y la heterogeneidad de prácticas pueden ser posibilidades pedagógicas, parece ser el gran desafío.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, S., Maturano, C., & Nuñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), <http://www.saum.uvigo.es/reec>.
- Alzate, M. (1999). ¿Cómo leer un texto escolar?: Texto, paratexto e imágenes. *Revista de Ciencias Humanas*(20), 114-123.
- Archer, A., & Arca, M. (2006). Children's representations in modeling scientific knowledge construction. En C. Andersen, M. Scheuer, M. Perez, & E. Teubal, *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Bahamonde, N. (2007). *Los modelos de conocimiento científico escolar de un grupo de maestras de educación infantil: un punto de partida para la construcción de "islotos interdisciplinarios de racionalidad" y "razonabilidad" sobre la alimentación humana*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Busquets, P., Juando, J., Geli, A., & Trebal, M. (1995). Aprender a observar. *Alambique*(5).
- Caez, R., De Avila, J., & Vargas, C. (2006). *Enseñanza de conceptos de ciencias naturales desde una perspectiva investigativa*. Tesis de Maestría. Barranquilla: Universidad Del Norte.
- Callon, M. (1986). Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay. En J. Law, *Power, action and belief: a new sociology of knowledge* (págs. 196-223). Londres: Routledge.
- Candela, A. (1997). *La Necesidad de Entender, Explicar y Argumentar: Los Alumnos de Primaria en la Actividad Experimental*. Mexico: CINVESTAV-SEP.
- Candela, A. (2005). Efectos de las evaluaciones estandarizadas en los sistemas educativos. *Avance y Perspectivas*, 24(1), 45-54.
- Candela, A. (1989). *La necesidad de entender, explicar y argumentar: Los alumnos de primaria en la actividad experimental*. Tesis de Maestría. Mexico: DIE-CINVESTAV.
- Candela, A. (1991). Argumentación y conocimiento científico. *Infancia y Aprendizaje*, 55, 13-28.
- Candela, A. (1993). La construcción discursiva de la ciencia en el aula. *Investigación en la escuela*, 21, 31-38.

- Candela, A. (1998). Students' power in classroom discourse. *Linguistics & Education*, 10(2), 139-164.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso*. Mexico: Paidós.
- Candela, A. (2006). Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: Un estudio etnográfico en aulas de primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 797-820.
- Candela, A. (2007). Los alumnos y la ciencia en el aula. *Primera reunión Nacional de Investigación sobre la comunicación pública de la ciencia y la tecnología*.
- Candela, A. (2010). Time and space: Undergraduate Mexican Physics in motion. *Cultural studies of science education*, 5(3), 701-727.
- Candela, A. (2012). Un estudio etnográfico sobre la enseñanza de las ciencias en las aulas de escuela primaria. En A. Molina , *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las ciencias naturales en América Latina* (págs. 39-62). Bogotá: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Candela, A. (23 de Julio de 2013). Reforma "educativa" fallida. *La Jornada*, pág. Sección Opinión.
- Candela, A., & Rockwell, E. (1991). La Construcción Social del Conocimiento Escolar. *Infancia y Aprendizaje*(55), 9-12.
- Candela, A., Rockwell, E., & Coll, C. (2009). ¿Qué demonios pasa en las aulas? La investigación cualitativa del aula. *CPUE, Revista de Investigación Educativa*, Disponible en <http://www.uv.edu.mx/cpue/num8/contenido.htm>.
- Cano, M., & Cañal, P. (2006). Las actividades prácticas, en la práctica: ¿qué opina el profesorado? *Alambique*, 47, 9-22.
- Cañal, P. (2007). La investigación escolar hoy. *Alambique*, 52, 9-19.
- Cazden, C. (1991). *El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Paidós-MEC.
- Chaiklin, S., & Lave, J. (2001). *Estudiar las prácticas. Perspectivas sobre actividad en contexto*. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- Danish, J., & Enyendy, N. (2007). Negotiated representational mediators: How young children decide what to include in their science representations. *Science Education*, 91(1), 1-35.
- Daza, E., & Vargas, J. (2011). Profesores tradicionales enfrentados al trabajo práctico un cuanto de nunca acabar. *Tecne, Episteme y Didaxis*(Extraordinario. V Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias).

- De La Riva, M. (2011). *Las Trayectorias de los Alumnos: de las clases de ciencias de sexto de primaria a las clases de ciencias de primero de secundaria. Tesis Doctoral*. Mexico: DIE-CINVESTAV.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En Perales, & Cañal, *Didáctica de las ciencias experimentales* (págs. 257-288). Alcoy-España: Marfil.
- Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?* England: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Mexico: SEP Visor-Libros y Editoriales.
- Dussel, I. (2006). Educar la mirada. En I. Dussel, & D. Gutierrez, *Educar la mirada: políticas y pedagogías de la imagen* (págs. 277-293). Santiago: Manantial.
- Dussel, I. (2009). Escuela y Cultura de la Imagen: Los nuevos desafíos. *Nomadas*(30), 180-193.
- Edwards, D. (1995). Sacks and psychology. *Theory and psychology*, 5, 579-596.
- Edwards, D. (1996). Hacia una psicología discursiva de la educación en el aula. En C. Coll, & D. Edwards, *Enseñanza, aprendizaje, y discurso en el aula: Aproximaciones al estudio del discurso educacional*. Madrid: Fundacion Enseñanza y Aprendizaje.
- Edwards, D. (1999). Prefacio. En A. Candela, *La ciencia en el aula*. Mexico: Paidos.
- Edwards, D., & Mercer, N. (1988). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidos.
- Edwards, D., & Mercer, N. (1987). *Common knowledge: The development of understanding in the classroom*. Londres: Routledge.
- Edwards, D., & Potter, J. (1992). *Discursive Psychology*. Londres: Sage.
- Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: Una aproximación antropológica. *Boletín de la Sociedad Colombiana de Epistemología*, 3, 65-80.
- Erickson, F. (1986). Qualitative Methods in research on teaching. En M. Wittrock, *Handbook of research on teaching. A proyect of the AERA* (págs. 119-161). New York: Mc Millan.
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre enseñanza. En Wilkinson, *La Investigación de la Enseñanza II* (págs. 195-301). Mexico: Paidos.
- Erickson, F., Florio, S., & Buschman, J. (1990). Investigación de campo en educación. En J. Martínez, *Hacia un enfoque interpretativo de la Enseñanza. Etnografía y Curriculum* (págs. 51-55). Granada: Universidad de Granada.
- Fernandez, G., Gonzalez, F., & Mayoral, L. (2009). Análisis de las representaciones icónicas del agua subterránea en los textos de educación secundaria.

Enseñanza de las Ciencias(VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias), 1602-1606.

- Fernandez, M., Tuset, A., Paz, G., Leyva, A., & Alvidrez, A. (2010). Prácticas educativas constructivistas en clases de ciencias. Propuesta de un instrumento de análisis. *REICE Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8(1), 26-44.
- Fourez, G. (2000). *La construcción del conocimiento científico-Sociología y ética de la ciencia*. Madrid: Narcea.
- Fourez, G. (2008). *Cómo se elabora el conocimiento. La epistemología desde un enfoque socioconstructivista*. Madrid: Narcea.
- Fumagalli, L. (1993). *El desafío de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Troquel.
- Fumagalli, L. (1997). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor. En H. Weissmann, *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós.
- Fumagalli, L., & Lacreu, L. (1992). *La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario*. Buenos Aires: Flacso.
- Furman, M. (2008). Ciencias naturales en la escuela primaria: colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico. *IV Foro Latinoamericano de Educación, Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades*. Argentina: Santillana.
- García, E. (1994). Investigación Etnográfica. En V. García, *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada* (págs. 343-375). Madrid: RIALP.
- Gee, J. (1996). *Social linguistics and literacies: Ideology in Discourses* (2 ed.). Londres: Taylor & Francis.
- Gellon, G., Rosenvasser, E., Furman, M., & Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula*. Buenos Aires: Paidós.
- Giddens, A. (1985). Time, space and regionalisation. En D. Gregory, & J. Urry, *Social Relations and Spatial Relations* (págs. 265-295). New York: St Martin's Press.
- Gil, P., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdes, P., & Vilches, A. (2000). *Como promover el interés por la cultura científica*. Santiago de Chile: ANDROS.
- Golombek, D. (2008). Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. *IV Foro Latinoamericano de Educación. Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades*. Argentina: Santillana.
- Gomez, A. (2009). Un análisis desde la cognición distribuida en preescolar; El uso de dibujos y maquetas en la construcción de explicaciones sobre órganos de los sentidos y el sistema nervioso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 14(41), 403-430.

- Gomez, A., & Aduriz-Bravo, A. (2007). La actividad científica escolar: Una actividad situada. En C. García, *Configuraciones formativas. II. Formación y Praxis*. Mexico: UG.
- Green, J. (1983). Chapter 6. Research of teaching as a linguistic process: A state of the art. *Review of Research in Education*, 10, 151-252.
- Green, J., & Bloome, D. (1997). Ethnography and ethnographers of and in education: A situated perspective. En S. Heath, J. Flood, & D. Laap, *Handbook for literacy educators: research in the community and visual arts* (págs. 181-203). New York: McMillan.
- Gutierrez, J. (2004). *Con paso lento y agitadamente* (1 ed.). Mexico: Cinvestav.
- Hammersley, M., & Atkinson, P. (1994). *Etnografía. Métodos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Hunter, I. (1998). *Repensar la escuela; subjetividad, burocracia y crítica*. Barcelona: Pomares.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. Cambridge: MIT Press.
- Iafrancesco, G. (2003). *La investigación en educación y pedagogía. Fundamentos y técnicas. Escuela Transformadora*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-49.
- Jackson, P. (2010). *La vida en las aulas* (7 ed.). Galicia: Morata-Paideia.
- Jacquard, A. (2005). *La ciencia para no científicos*. Mexico: Siglo XXI.
- Jaramillo, P. (2005). Uso de tecnologías de información en el aula. ¿Qué saben hacer los niños con los computadores y la información? *Revista de Estudios Sociales*(20), 27-44.
- Jewitt, C., Kress, G., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). Exploring learning through visual, actional and linguistic communication: The multimodal environment of a science classroom. *Educational Review*, 53(1), 5-18.
- Jimenez, M., & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso De Aula Y Argumentación En La Clase De Ciencias: Cuestiones Teóricas Y Metodológicas. *Enseñanza De Las Ciencias*, 21(3), 359–370.
- Knorr-Cetina, K. (1981). *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*. Oxford: Pergamon Press.
- Knorr-Cetina, K. (2005). *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Buenos Aires: UNQ.

- Koulaidis, V., & Dimopoulos, K. (2003). Science Education in Primary and Secondary Level: An analysis of the discursive transitions across different modalities of the pedagogic discourse. *International Journal of Learning*, 10, 3263-3274.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal Teaching and Learning: The Rhetorics of the Science Classroom*. Londres: Continuum.
- Lacasa, P. (1989). Contexto y Desarrollo Cognitivo: Entrevista a Barbara Rogoff. *Infancia y Aprendizaje*, 45, 7-23.
- Latour, B. (1992). *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. Barcelona: Labor.
- Latour, B. (2001). *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona: Gedisa.
- Latour, B. (2005). *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires: Manantial.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1995). *Vida del laboratorio, La construcción social de los hechos científicos*. Madrid: Alianza.
- Lave, J. (1991). *La cognición en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Mexico: Paidós.
- Lesgold, A. (1988). Problem-solving. En R. Sternberg, & E. Smith, *The psychology of human Thought* (págs. 188-203). Cambridge: Cambridge University Press.
- Linares, A. (17 de Diciembre de 2012). Colombia necesita tener profsores de calidad : Experto. *El Tiempo*, pág. Sección Vida de Hoy.
- Magaña , E., & Magaña, J. (2005). *Programa Nacional para la Actualización Permanente de los Maestros de Educación Básica en Servicio; Orientaciones para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria*. Quintana Roo: SEP.
- Marquez, C., & Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 61-71.
- Martinez, C., Molina , A., & Reyes, J. (2010). Conocimiento escolar en la didáctica de las ciencias: una aproximación al problema. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. *Memorias, II congreso Nacional de investigación en educación en ciencias y tecnología*. Bogotá: EDUCyT.
- Massey, D. (1993). Power-geometry and progressive sense of place . En J. Bird, B. Curtis, T. Putman, G. Robertson , & L. Tucker, *Mapping the Futures: Local Cultures, Global Change*. Londres: Routledge.
- Maturana, H. (2006). *La realidad: ¿Objetiva o construida? II Fundamentos Biológicos del Conocimiento*. Barcelona: Anthropos.

- McDermott, L. (1990). A view from physics. En M. Gardner, J. Greeno, F. Reif, A. Schoenfeld, A. Disessa, & E. Satge, *Toward a Scientific Practice of Science Educatio* (págs. 3-30). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Menti, A., & Alam, F. (2014). Los gestos y la enseñanza de palabras poco familiares: ¿Cuándo emplean las maestras información gestual? *Bellaterra Journal of Teaching and Learning Language and Literature*, 7(1), 17-32.
- Mercer, N. (1997). *La construcción guiada del conocimiento. El habla de profesores y alumnos. Temas de educación*. Barcelona: Paidós.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (5 de Junio de 1996). Resolución 2393. *por la cual se adopta un diseño de lineamientos generales de los procesos curriculares del servicio público educativo y se establecen los indicadores de logros curriculares para la educación formal*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1998). Lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental. Bogotá, Colombia.
- Miras, M. (1999). Un punto de partida para el aprendizaje de nuevos contenidos: Los conocimientos previos. En C. Coll, E. Martín, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé, y otros, *El Constructivismo en el Aula* (9 ed., págs. 47-65). Barcelona: GRAO.
- Moreira, M., & Greca, I. (2003). Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo. *Ciência & Educação*, 9(2), 301-315.
- Mosquera, C., & Molina, A. (2011). Tendencias Actuales en la formación de profesores de ciencias, diversidad cultural y perspectivas contextualistas. *Tecne, Episteme y Didaxis*, 25, 55-76.
- Naranjo, G. (2011). La construcción social y local del espacio áulico en un grupo de escuela primaria. *Revista de Investigación Educativa*(12), 1-27.
- Naranjo, C., & Candela, A. (2006). Ciencias naturales en un grupo con un alumno ciego. Los saberes docentes en acción. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 821-845.
- Naranjo, G. (2009). *Ser alumno: Análisis multimodal de la participación de los alumnos en las clases de ciencias naturales. Tesis Doctoral*. Mexico: DIE-CINVESTAV.
- Nespor, J. (1994). *Knowledge in Motion*. Londres: The Falmer Press.
- Nespor, J. (1997). *Tangles up in school: Politics, Space, Bodies, and Sign*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Nespor, J. (2000). Tying Things Together (and Stretching them out) with Popular Culture. En A. Levinson Bradley, *Schooling the Symbolic Animal*. Boston: Rowmn & Littlefield Publisher Inc.

- Nespor, J. (2002). Classroom and extended networks of schooling . *Conferences on Qualitative Classroom Research: What in the world happens in classrooms*. Oaxtepec-Mexico.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I., & McGillicuddy, K. (1996). *Explaining science in the classroom*. Filadelfia: Open University Press.
- Oliva, J., & Acevedo, J. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2).
- Peek, J. (1993). Increasing picture effects in learning from illustrated text. *Learn. Instruc*(3), 227-238.
- Peña, K., Aristizabal, A., & Correa, J. (2011). Profesionales no licenciados en aulas de clase de ciencias naturales. *Tecné, Episteme y Didáxis*(Extraordinario. V congreso sobre formación de profesores de ciencias).
- Perales, F. (2006). Uso (y abuso) de la Imagen en la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.
- Perales, F. (2008). La Imagen en la Enseñanza de las Ciencias: Algunos Resultados de Investigación en la Universidad de Granada, España. *Formación Universitaria*, 1(4), 13-22.
- Perales, F., & Jimenez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*(20), 369-386.
- Pereira dos Santos, W. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36).
- Perez, A. (2005). *Evaluación Nacional de Actitudes y Valores hacia las ciencias en entornos educativos* . Madrid: FECYT.
- Porlan, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(16), 175-185.
- Portilla, M. (2013). Maneras en que transita la tarea escolar del aula hacia el hogar. *ptcedh*, 9(1), 1-16.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 211-217.
- Pro Bueno, A. (2011). *Aprender y enseñar con experiencias.... Y ahora para desarrollar competencias*. Díada Editores.
- Putney, L., Green, G., Dixon, C., Duran, R., & Yeager, B. (2000). Consequential progressions: Exploring collective-individual development in a bilingual classroom. En C. Lee, & P. Smagorinsky, *Vygotskian perspectives on literacy*

- research: Constructing meaning through collaborative inquiry* (págs. 86-126). New York: Cambridge University Press.
- Rahm, J. (2012). Collaborative imaginaries and multi-sited ethnography: space-time dimensions of engagement in an afterschool science programme for girls. *Ethnography and Education*, 7(2), 247-264.
- Reiss, M., & Tunnicliffe, S. (1999). Building a model of the environment: How do children see plants? *Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Boston.
- Rex, L., & Green, J. (2007). Classroom discourse and interaction, Reading across the traditions. En B. Spolsky, & F. Hult, *International Handbook of Educational Linguistics* (págs. 571-584). Londres: Blackwell.
- Rex, L., & Schiller, L. (2009). *Using Discourse Analysis to Improve Classroom Interaction*. New York: Taylor y Francis/Routledge.
- Rivera, L. (2013). *Enseñanza aprendizaje del concepto de ser vivo en estudiantes de básica primaria. Tesis de Maestría*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Rockwell, E. (1982). Los usos escolares de la lengua escrita. En E. Ferreriro, & M. Gomez, *Nuevas perspectivas sobre los procesos de lectura y escritura* (págs. 296-320). Mexico: Siglo XXI.
- Rockwell, E. (1994). La etnografía como conocimiento local: la trayectoria del DIE. En M. Rueda, G. Delgado, & Z. Jacobo, *La Etnografía en educación: panorama, prácticas y problemas* (págs. 55-72). Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad de Nuevo México.
- Rockwell, E. (2009). *La experiencia etnográfica. Historia y cultura en los procesos educativos*. Mexico: Paidós.
- Rockwell, E., & Ezpeleta, J. (2003). *La Escuela Relato de un Proceso de Construcción Inconcluso* (3 ed.). Mexico: DIE-CINVESTAV.
- Rogoff, B. (1993). *Aprendices del Pensamiento. El desarrollo cognitivo en el contexto social*. Barcelona: Paidós.
- Rosenvaser, E. (2004). *Cielito Lindo*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Roth, W. (1998). *Designing communities*. Dordrecht. Netherlands: Kluwer.
- Sanmarti, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En P. Fernandez, *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*. Madrid: MEC.
- Sanmarti, N., Marquez, C., & Garcia Rovira, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencia. *Aula de Innovación Educativa*, 113-114.
- Segura, D. (2000). Las ATA's: Una alternativa didáctica. *Planteamientos en Educación*, 9-37.

- Shulman, L. (2001). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Estudios Públicos*, 83, 163-196.
- Stiefel, B. (1995). La naturaleza de la ciencia en los enfoques CTS. *Alambique*(3), 19-30.
- Street, B. (1993). Introduction. The New Literacy Studies. En B. Street, *Cross-cultural Approaches to Literacy* (págs. 1-21). Cambridge: Cambridge University Press.
- Strike, K. (1974). On the expressive potential of behaviorist language. *American Educational Research Journal*, 11, 103–120.
- Sutton, C. (1992). *Words, Science and Learning*. Filadelfia: Oxford University Press.
- Tobin, K. (2013). A Sociocultural Approach to Science Education. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 19-35.
- Tonucci, F. (1995). *Con ojos de maestro*. Buenos Aires: Troquel.
- UNESCO. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes entre los 15 y 18 años*. Santiago de Chile: UNESCO-OREALC.
- Vallejo, C., Obregoso, Y., & Valbuena, E. (2013). Formación inicial de educadores infantiles que enseñan ciencias naturales. *IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las Ciencias*, (págs. 3606-3611). Girona.
- Venville, G., Rennie, L., & Wallace, J. (2004). Decision making and sources of knowledge: How students tackle integrated tasks in science, technology and mathematics. *Research in Science Education*, 34, 115-135.
- Vila, I., & Alvarez, A. (1997). Contexto cultural y contexto escolar. En A. Alvarez, *Hacia un currículum cultural: La vigencia de Vygotski en la educación* (págs. 175-182). Madrid: Fundación Infancia y Aprendizaje.
- Vistrain, A. (2009). Apertura del tercer espacio y los procesos de hibridación en las situaciones de enseñanza dentro del salón de clases. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*(8).
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. (1994). *Pensamiento y Lenguaje*. Mexico: Quinto Sol.
- Weissmann, H. (1993). Qué enseñan los maestros cuando enseñan ciencias naturales, y qué dicen querer enseñar. En H. Weissmann, *Didáctica de las Ciencias Naturales. Aportes y Reflexiones* (págs. 37-65). Buenos Aires: Paidós.

