

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

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS
INTERACCIONES DISCURSIVAS PARA LA ENSEÑANZA DE
LAS CIENCIAS EN SECUNDARIA.
UN ESTUDIO DE CASO**

Tesis que para obtener el Grado de Maestro en Ciencias
en la Especialidad de Investigaciones Educativas

Presenta

Victor Hugo Lira Morales

Licenciado en Pedagogía
área de Fisicomatemático

Directoras de tesis

María Teresa Guerra Ramos

Doctora en Educación en Ciencias

María Antonia Candela Martín

Doctora en Ciencias

México, D.F. Abril, 2015

Resumen

En el presente trabajo de investigación se describen las acciones emprendidas por un docente en un aula concreta, en el contexto de su labor pedagógica como docente de ciencia en el primer grado de secundaria. El objetivo de este trabajo es identificar y caracterizar las interacciones discursivas para la enseñanza de las ciencias a partir de un estudio de caso. Desde una perspectiva cualitativa se analiza el discurso del profesor como un recurso pedagógico y se presentan una serie de episodios de clases que muestran como en el curso de las interacciones con sus estudiantes, el "habla" del profesor guía los intercambios verbales para trabajar con las ideas relacionadas con el contenido científico escolar. Igualmente apoya a los estudiantes en la elaboración del sentido estas ideas y en su posterior apropiación. Del mismo modo se expone que el lenguaje hablado sigue siendo el principal medio para la comunicación de las ideas en las clases de ciencias, ya que es mediante el que se da gran parte de la enseñanza y la comprobación de los aprendizajes alcanzados por parte de los alumnos.

Palabras clave: discurso del profesor, interacciones discursivas, enseñanza de las ciencias, contenido científico escolar, lenguaje hablado.

Abstract

In the present investigation the actions taken by a teacher in a particular classroom, in the context of their teaching as a science teacher in the first grade of secondary school are described. The aim of this work is to identify and characterize the discursive interactions for science education from a case study. From a qualitative perspective the discourse of teachers is analyzed as an educational resource and a series of episodes that show how classes during interactions with their students, "speaks" the guiding teacher verbal exchanges to work with present ideas related to the school science content. Also supports students in developing the sense these ideas and their subsequent appropriation. Similarly exposed to spoken language remains the primary means for communication of ideas in science classes because it is through much of the teaching and testing of learning occurs achieved by students.

Key words: discourse of teacher, discursive interactions, science education, school science content, spoken language.

Para la elaboración de esta tesis, se contó con el apoyo de una beca Conacyt.

Este trabajo está dedicado a mis padres Sr. Andrés Lira González y Sra. Serena Morales, quienes han apoyado mi pasión por la ciencia y al Sr. Cesar Santes López mi amigo y socio, quien partió antes de ver los resultados de este proyecto.

Deseo expresar mi agradecimiento a la Dra. Teresa Guerra y a la Dra. Antonia Candela por su asesoría, sus enseñanzas, apoyo y tiempo para la realización de este trabajo y por compartir su experiencia profesional a lo largo de mi estancia en la Unidad Monterrey y el Departamento de Investigaciones Educativas (DIE) del Cinvestav. A la Dra. Alejandra García Franco y al Dr. Daniel Hernández Rosete Martínez por su atenta lectura y comentarios de la tesis.

También quiero expresar mi gratitud a los profesores del DIE, que compartieron aspectos diversos del quehacer científico en sus seminarios y charlas informales; en especial a la Dra. Elsie Rockwell, Dra. Ruth Mercado, Dr. Germán Álvarez Mendiola, Dra. María de Ibarrola, Dra. Susana Quintanilla, Dra. Ariadna Acevedo, y Dr. Eduardo Remedi. Al personal administrativo del DIE por su amabilidad y atención con mención especial a Concepción Rodríguez y Rosa María Martínez.

En la Unidad Monterrey del Cinvestav a la Dra. Adriana Gómez, Dr. Arturo Chávez Reyes, Dr. Jesús Rodríguez, Dr. Carlos Ruiz Suarez y al Dr. Bruno Escalante Acosta, gracias a todos por sus comentarios y críticas constructivas en los seminarios de estudiantes.

De la misma forma le agradezco a mis compañeros de maestría en el DIE generación 2008 – 2010, por su acompañamiento, comentarios y críticas en los diversos foros en que intervenimos.

Por último quiero agradecer a mis padres, quienes me han alentado a seguir mis sueños, a mis hermanos y a mis socios de negocios en la empresa Sistemas de Tecnología Aplicada “Intellicad”.

Índice

Capítulo 1. Introducción

1.1 ¿Por qué investigar el habla de los docentes de ciencias?	1
1.2 El contexto de la investigación	
1.2.1 La organización de la Educación Secundaria en México	3
1.2.2 La Reforma a la Educación Secundaria	4
1.2.3 El Programa de Ciencias I (énfasis en Biología) en el marco de la RES	5
1.3 Justificación del estudio	7
1.4 Propósito	7
1.5 Objetivos y preguntas de investigación del proyecto	8
1.6 Estructura y contenido de la tesis	9

Capítulo 2. El estudio del discurso en el aula de ciencias y el habla del profesor

2.1 Introducción	10
2.2 El conocimiento compartido	12
2.3 El discurso en la construcción social del conocimiento.....	16
2.4 Aprender a hablar ciencia	23
2.5 La elaboración de significados en las aulas de ciencias	28
2.5.1 El propósito de la enseñanza	29
2.5.2 El contenido científico	31
2.5.3 La aproximación comunicativa	33
2.5.4 Los patrones del discurso	34
2.5.5 Las intervenciones del maestro	34
2.6 Discusión y perspectiva adoptada en esta tesis	35

Capítulo 3. Investigando el habla de un docente de ciencias. Diseño y metodología

3.1 Aproximación teórica-metodológica	40
3.2 Trabajo de campo y recolección de datos	
3.2.1 Selección del caso	43
3.2.2 Videograbaciones y registro de audio	44
3.3 Análisis	
3.3.1 Selección de episodios para análisis	46
3.3.2 Transcripción de episodios para análisis	47

3.3.3 Análisis del discurso docente	49
Capítulo 4. Caracterizando el habla de un docente de ciencias	
4.1 Contextualización de las lecciones analizadas	50
4.2 Episodio uno. ¿Qué está provocando este tipo de problemas?.....	56
4.3 Episodio dos. ¿Cómo se lleva a cabo el efecto invernadero?.....	63
4.4 Episodio tres. ¿Es mejor el efecto invernadero que el calentamiento global?	71
4.5 Episodio cuatro. El ozono es una molécula	78
4.6 Episodio cinco. Los clorofluorocarbonos	85
4.7 Episodio seis. La lluvia ácida	90
4.8 Episodio siete. Los contaminantes para que ocurra la lluvia ácida	95
4.9 Episodio ocho. Si a alguna persona le cae esa lluvia ácida	101
Capítulo 5. Discusión final e implicaciones	
5.1 Las conclusiones del proyecto de investigación	108
Anexos	
Anexo A Cuestionario	118
Referencias	121

Capítulo 1. Introducción

1.1 ¿Por qué investigar el habla de los docentes de ciencias?

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias dentro del contexto del aula, supone una situación comunicativa y un fenómeno de tipo colectivo. La participación del maestro y sus estudiantes por medio del habla, posibilita la socialización de los contenidos y la apropiación de las formas en que la ciencia explica los fenómenos de la naturaleza.

Entre los factores que determinan el éxito o el fracaso de la tarea de enseñar ciencias, están las condiciones cognitivas del aprendiz, su contexto social, los recursos didácticos con que se cuenta, etc. Sin embargo un factor determinante y que poca atención ha merecido es el discurso del docente.

La emergencia de estudios que exploran como los significados son abordados a través de lenguaje y otros medios de comunicación en las clases de ciencias (Candela, 1999; Kress *et al.*, 2001; Ha, 2009; Lemke, 1997, Mortimer, 1998; Mortimer y Scott, 2003; Ogborn *et al.*, 1996; Sutton, 1992), informan que es una práctica común que los docentes les hablen a sus estudiantes y que a través del “habla” socialicen entre otras cosas, conceptos, teorías, procedimientos y valores asociados con el mundo de las ciencias.

Pozo y Gómez Crespo (2004) comentan que tradicionalmente la enseñanza de las ciencias se ha centrado en la transmisión del corpus conceptual de las disciplinas, los principales modelos y teorías generados por la ciencia para interpretar la naturaleza y su funcionamiento. Además señalan que el conocimiento científico, tal y como se enseña en las aulas sigue siendo ante todo verbal.

Cuando un docente de ciencias habla, es posible que entre las funciones de su discurso se adviertan, la intención expresa de transmitir alguna información a sus estudiantes o bien, proveerles algún modelo sobre el cual ellos se apoyen en la construcción de los modos de hablar sobre algún tema científico. El habla docente sirve como medio de control de la actividad y para estimular el pensamiento de los estudiantes (Sutton, 2003).

A este respecto Mortimer y Scott explican que es a través del habla que el punto de vista de la ciencia es presentado en las aulas. También indican que el habla permite al maestro apoyar a los estudiantes en la elaboración del sentido de las ideas, y en el caso de los estudiantes el habla les abre la posibilidad de “involucrarse en el proceso dialógico de la elaboración de significados, ofreciendo herramientas para que piensen con las ideas científicas por sí mismos” (2003: 3).

Entonces es por medio del habla que los alumnos aprenden una forma diferente de explicar los fenómenos de la naturaleza. Es decir, ellos la aprenden al reconstruir con palabras el sentido de su experiencia, o lo que Lemke (*op. cit.*) llama, “aprender a hablar ciencia”.

Entre las razones para investigar y documentar el discurso docente con un sentido pedagógico, particularmente en el nivel de educación secundaria, se considera, en primer lugar, que la enseñanza de las ideas científicas sigue estando centrada en el lenguaje verbal como principal medio de comunicación en el contexto del aula. En segundo término, al investigar cómo los profesores desarrollan ciertas estrategias de interacción verbal con sus estudiantes de ciencias, se estará en posición de explicar cómo atender a recomendaciones generales tales como “tomar en cuenta las ideas de los alumnos” y para las cuales rara vez se dan orientaciones específicas.

En este sentido, el conocimiento derivado del estudio del discurso docente permite identificar y caracterizar los recursos verbales que se ponen en práctica para facilitar a los estudiantes el acceso a las ideas científicas.

Una manera de investigar cómo estos recursos verbales se desarrollan en el aula es mediante el análisis de discurso, que se convierte en “un medio privilegiado para estudiar los procesos educativos cuando se intenta comprender los mecanismos y procedimientos con los que los participantes construyen los significados” (Candela, 1999:24).

Finalmente, las aulas de ciencias constituyen un espacio social privilegiado donde existen formas de comunicación distintivas. En la conformación de este espacio cuando un profesor de ciencias “habla” no solo enseña un contenido propuesto en el *currículum* oficial o el libro de texto. Sino que a través del habla en tanto recurso pedagógico, el profesor conduce a los estudiantes en el aprendizaje de los modos de comunicar y explicar los fenómenos de la naturaleza, integrándolos gradualmente a la comunidad de personas que hablan ciencia o una versión de esta, la ciencia escolar.

En este sentido Mortimer y Scott (2003) comentan que la ciencia escolar se pone en marcha en las aulas y constituye una versión modificada del discurso científico, que para explicar los fenómenos de la naturaleza se centra en algunas ideas y formas de pensar, y que dada su propia historia y contenido constituye un lenguaje social en sí misma.

1.2 El contexto de la investigación

1.2.1 La organización de la Educación Secundaria en México

En el Sistema Educativo Mexicano la secundaria constituye el último tramo de la enseñanza básica obligatoria, cuyo objetivo es proporcionar a los estudiantes conocimientos más avanzados que les permitan continuar con sus estudios en el nivel medio superior o incorporarse al sector productivo. La secundaria se cursa en tres grados, asistiendo jóvenes entre 12 y 14 años de edad (INEE, 2008).

La educación secundaria se imparte en las modalidades de secundaria general, telesecundaria, secundaria técnica y para trabajadores.

A diferencia de la educación preescolar y primaria, donde a cada grupo de alumnos le corresponde un maestro, en la educación secundaria un grupo es atendido por diferentes maestros, uno por cada materia cursada. Esta peculiaridad le confiere a las escuelas un tipo de organización del trabajo y de las actividades curriculares conforme a la distribución de las materias por cada grado de estudios. Para el primer grado se tienen contemplados once cursos y, en el segundo y tercer grado se consideran diez cursos.

De acuerdo, con esto el nuevo plan de estudios (SEP, 2006) planteado en la Reforma a la Educación Secundaria (RES), se propone una menor fragmentación del tiempo de enseñanza para los tres grados y una mayor integración entre los campos disciplinares. De aquí se desprende 35 horas clase semanales con sesiones de clase con 50 minutos efectivos para cada una de las asignaturas (ver tabla 1.1).

Cabe señalar que para el caso del Estado de Nuevo León, lugar donde se desarrolló este trabajo de investigación, por acuerdo entre las autoridades educativas y el sindicato las sesiones de clase constan de 40 minutos.

La educación secundaria ha tenido un papel estratégico en la dinámica, composición y funcionamiento de los sistemas educativos en la mayoría de los países del mundo, en México en años recientes se ha gestado una nueva reforma para este nivel educativo, la RES. Esta situación de alguna manera configura el contexto en el cual se desarrolló el presente trabajo de investigación. Por lo tanto, en el siguiente apartado se presenta una breve reseña de los orígenes de la nueva reforma.

Tabla 1.1 Mapa curricular para la educación secundaria (Fuente: SEP, 2006).

Primer grado	Hrs	Segundo grado	Hrs	Tercer grado	Hrs
Español I	5	Español II	5	Español III	5
Matemáticas I	5	Matemáticas II	5	Matemáticas III	5
Ciencias I (énfasis en Biología)	6	Ciencias II (énfasis en Física)	6	Ciencias III (énfasis en Química)	6
Geografía de México y del mundo	5	Historia I	4	Historia	4
		Formación Cívica y Ética I	4	Formación Cívica y Ética II	4
Lengua extranjera I	3	Lengua extranjera II	3	Lengua extranjera II	3
Educación Física I	2	Educación Física II	2	Educación Física II	2
Tecnología I	3	Tecnología I	3	Tecnología I	3
Artes (Música, Danza, Teatro, Artes visuales)	2	Artes (Música, Danza, Teatro, Artes visuales)	2	Artes (Música, Danza, Teatro, Artes visuales)	2
Asignatura estatal	3				
Orientación y tutoría	1	Orientación y tutoría	1	Orientación y tutoría	1
Total	35	Total	35	Total	35

1.2.2 La Reforma a la Educación Secundaria

El Programa Nacional de Educación 2001-2006 dio las orientaciones en materia de política educativa del primer gobierno panista. Este programa establecía como uno de los objetivos estratégicos la Reforma Integral a la Educación Secundaria (RIES), con la finalidad de realizar las adecuaciones necesarias a su modelo educativo y crear las condiciones institucionales, haciéndola congruente con las necesidades de los adolescentes y jóvenes mexicanos (SEP, 2001).

Después de una serie de cambios y negociaciones, finalmente en mayo del 2006 se institucionalizó la Reforma a la Educación Secundaria (RES) mediante el Acuerdo 384 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF). La RES sería puesta en marcha en el ciclo escolar 2006-2007, siendo la principal propuesta el cambio curricular como el dispositivo para la transformación de la estructura pedagógica y el modelo educativo vigentes (Miranda y Reynoso, 2006).

En la propuesta de la RES el currículum en tanto dispositivo de cambio institucional, “establece las nuevas bases para la reorientación de la educación secundaria, así como los criterios para mejorar la calidad de sus resultados y ampliar el margen de oportunidades educativas para garantizar el acceso, la permanencia, el egreso y el logro educativo de sus estudiantes” (Miranda y Reynoso, 2006: 1430).

En este sentido, la RES propone tres elementos articuladores para cumplir con los planteamientos de la reforma: la relevancia, la eficacia y la equidad. Estos elementos entendidos como ejes de la reforma, plantearon cambios en la manera de concebir la educación secundaria.

Entre los cambios se pueden mencionar los siguientes: plantear el perfil de egreso de la educación secundaria como el punto de llegada común de todos los estudiantes, pasar de la idea de una escuela que transmite conocimientos a una escuela que forma individuos, el énfasis en el desarrollo de competencias, profundizar en el estudio de contenidos fundamentales, la organización de contenidos menos fragmentada, ampliar la disponibilidad de recursos para la enseñanza, la inclusión de un enfoque intercultural y asignar al alumno un papel protagónico en su aprendizaje (Miranda y Reynoso, *op. cit.*)

Así, de acuerdo con los documentos oficiales y sus defensores la orientación de la RES (al menos a nivel de propósitos) busca generar las condiciones para transformar a la escuela secundaria como un espacio de formación de adolescentes, en donde sus intereses y necesidades sean el centro del trabajo escolar.

1.2.3 El programa de Ciencias I (énfasis en Biología) en el marco de la RES

Otro referente importante de las acciones documentadas en este proyecto es el programa de estudios de Ciencias I (énfasis en Biología) propuesto por la RES. En seguida se describe la forma en que está articulado el nuevo programa.

El propósito del programa de ciencias en la escuela secundaria busca consolidar la formación científica básica como una meta iniciada en el nivel educativo anterior. De este modo la formación científica básica busca:

[...] potenciar el desarrollo cognitivo, afectivo, valoral y social de los adolescentes, ayudándoles a comprender más, a reflexionar mejor, a ejercer la curiosidad, la crítica y el escepticismo, a investigar, a opinar de manera argumentada, a decidir y actuar. También, contribuye a incrementar la conciencia intercultural reconociendo que el conocimiento científico es producto del trabajo y la reflexión de hombres de diferentes culturas (SEP, 2006: 35).

El programa de Ciencias I (énfasis en Biología), enfatiza el estudio de los ámbitos de la vida, el ambiente y la salud. Se plantean el estudio de la diversidad y los procesos vitales, y la relación que guardan con la salud, el ambiente y la calidad de vida.

También se plantea que los alumnos identifiquen a la ciencia como un proceso histórico y social y que participen de manera activa e informada en la promoción de la salud, que valoren la importancia de establecer interacciones con el ambiente procurando un aprovechamiento sustentable y por último, que amplíen su conocimiento de los seres vivos.

La organización de los contenidos consta de cinco bloques, a saber: Bloque I. La biodiversidad; Bloque II. La nutrición; Bloque III. La respiración; Bloque IV. La reproducción y Bloque V. Salud, ambiente y calidad de vida.

En este programa cada bloque tiene especificados sus propósitos. También se distinguen los aprendizajes esperados y un apartado para los comentarios y sugerencias didácticas (SEP, 2006).

El nuevo programa incluye proyectos sobre temas de actualidad, los cuales se centran en temas de aplicación de la ciencia que pueden ser de interés para los estudiantes, dada su cercanía con asuntos de la vida cotidiana.

Por otra parte, de acuerdo con la opinión de algunos especialistas (Candela, 2006a), pese a las recomendaciones psicopedagógicas dominantes que argumentan la conveniencia de sostener en la secundaria un enfoque interdisciplinario de la ciencia, este programa tiende a reforzar la estructura disciplinaria. Esto es debido a que la formación de los maestros es por asignaturas (Biología, Física y Química), dificultando el tránsito de una ciencia integrada en primaria a una disciplinaria en secundaria.

Ahora bien, aún en el marco de una nueva propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias en secundaria y a pesar de la relativamente introducción en las aulas de recursos tecnológicos como los pizarrones electrónicos, la comunicación de las ideas científicas en las aulas se sigue dando principalmente a través de los intercambios verbales entre el maestro y sus estudiantes.

En este sentido, el discurso del docente constituye el principal recurso pedagógico para aproximar a los estudiantes a las ideas relacionadas con el mundo de las ciencias, apoyando su comprensión y posterior apropiación.

Finalmente, al investigar cómo los profesores desarrollan ciertas estrategias de interacción verbal con sus estudiantes de ciencias, se puede derivar conocimiento para guiar la ejecución de recomendaciones generales como “tomar en cuenta las ideas de los alumnos” y para las cuales rara vez se dan orientaciones específicas.

1.3 Justificación del estudio

La emergencia de estudios que muestran un creciente interés sobre cómo se desarrollan los significados en las aulas, a través del lenguaje y otros modos de comunicación, han marcado la pauta para investigar el discurso en el aula y otras formas de dispositivos retóricos en el campo de la educación en ciencias, tales como la argumentación, la elaboración de significados y consensos (e.g. Candela, 1999; Lemke, 1997; Jiménez, 2003; Mortimer, 1998; Mortimer y Scott, 2003; Scott, 2007; Buty y Mortimer, 2008).

Entre las razones para investigar y documentar el discurso docente con un sentido pedagógico, particularmente en el nivel de educación secundaria, se considera primeramente que la enseñanza de las ideas científicas sigue estando centrada en el lenguaje verbal como principal medio de comunicación en el contexto del aula. En segundo término, es importante averiguar cómo los profesores desarrollan ciertas estrategias de interacción verbal con sus estudiantes de ciencias, lo que apoyaría la práctica de otras recomendaciones didácticas como apoyar a los alumnos a plantear sus propias preguntas y predicciones, hacer inferencias. Comparar sistemáticamente, sintetizar ideas, etc.

Finalmente, un trabajo de investigación que desde una perspectiva cualitativa aborde los aspectos discursivos de las acciones emprendidas por el docente en el contexto de su actividad pedagógica, ofrece la posibilidad de comprender cómo trabaja con las ideas científicas en las interacciones con sus estudiantes, cómo las hace disponibles para todos y cómo apoya su posterior apropiación.

1.4 Propósito

El propósito de este trabajo de investigación es describir y documentar las acciones emprendidas por un docente en un aula concreta, en el contexto de su actividad pedagógica como maestro de ciencias en el primer grado de educación secundaria.

1.5 Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo de este trabajo de investigación es identificar y caracterizar las interacciones discursivas para la enseñanza de las ciencias en el primer grado de secundaria, documentadas a partir de un estudio de caso.

Las preguntas que orientaron el trabajo y la reflexión a lo largo de la investigación se indican enseguida.

Pregunta general

En el contexto de la enseñanza de las ciencias a nivel de educación secundaria, ¿qué características tienen las intervenciones discursivas que despliega un docente en las interacciones con sus estudiantes?

Preguntas específicas

- ¿Cómo utiliza el docente el habla para concretar algunas finalidades o intenciones pedagógicas?
- ¿Cómo utiliza el docente el habla para recuperar las ideas de los estudiantes y compartir con ellos el punto de vista de la ciencia?
- ¿Cómo utiliza el docente el habla para apoyar a los estudiantes en el desarrollo de ideas científicas, así como hacerlas disponibles a toda la clase?

Las preguntas de investigación arriba listadas, guiaron la selección y el análisis de los datos presentados en este trabajo. A partir de los datos analizados, esta investigación ofrece una caracterización del discurso de un profesor como recurso pedagógico para la enseñanza de las ciencias, en el nivel de educación secundaria.

En este trabajo se muestra como en el curso de las interacciones con sus estudiantes, el “habla” del profesor guía los intercambios verbales para trabajar con las ideas relacionadas con el contenido científico escolar. Igualmente apoya a los estudiantes en la elaboración del sentido estas ideas y en su posterior apropiación.

También se expone que el lenguaje hablado sigue siendo el principal medio para la comunicación de las ideas en las clases de ciencias, ya que es mediante el que se da gran parte de la enseñanza y la comprobación de los aprendizajes alcanzados por parte de los alumnos.

1.6 Estructura y contenido de la tesis

Después de la introducción, en el capítulo 2 se revisan algunas corrientes teóricas y de investigación, que desde diversas perspectivas han abordado el discurso en el aula. Entre los temas que se revisan están las ideas que abordan el conocimiento compartido para la elaboración de los significados en el contexto del aula y las que exponen la construcción social del conocimiento científico desde la etnografía del discurso escolar. Igualmente se exploran aquellas que estudian el aprendizaje de la ciencia partiendo de la semiótica social. Finalmente se explica el marco analítico de referencia para el análisis de los datos presentados en este trabajo de investigación, que desde una perspectiva sociocultural de la enseñanza y del aprendizaje, estudia el papel del “habla” del docente en la elaboración de significados en las aulas de ciencias.

Estos trabajos acompañaron y guiaron el análisis y la reflexión sobre el “habla” del docente como un recurso pedagógico, que permite aproximar a los estudiantes a las ideas científicas, apoyándolos en la elaboración del sentido de éstas y en su posterior apropiación.

En el capítulo 3 se presenta el diseño y la metodología del trabajo de investigación. Inicialmente se expone la aproximación metodológica y la perspectiva teórica adoptada. Más adelante se describe el trabajo de campo y el proceso de recolección de datos. Por último, se explica el proceso de análisis de datos y las acciones realizadas para organizar la presentación de los resultados.

El capítulo 4 presenta el resultado del análisis de los datos. Primeramente se muestra la contextualización de las lecciones analizadas. En segundo lugar, se exponen los resultados del análisis de los datos, es decir, mediante la presentación de una serie de episodios se describe el “habla” de un profesor de ciencias como recurso pedagógico, en el contexto de una escuela secundaria pública.

Finalmente en el capítulo 5, se expone la discusión final y las implicaciones del trabajo de investigación. Se retoman las preguntas de investigación, la general y las específicas, las cuales se contestan haciendo una recapitulación de los aspectos más notables derivados del análisis de los datos.

Además se exponen las implicaciones de este trabajo en términos del desarrollo de los docentes en formación y en servicio, al incorporar a sus conocimientos, habilidades y destrezas para la enseñanza, el uso del “habla” como un recurso pedagógico. Igualmente se proponen los alcances y limitaciones de este trabajo de investigación, proponiéndose otros escenarios hacia donde se podría orientar la búsqueda de las mejores prácticas para la enseñanza de la ciencia.

Capítulo 2. El estudio del discurso en el aula de ciencias y el habla del profesor

2.1 Introducción

En este apartado se presentan cuatro perspectivas teóricas y de investigación desde las que se ha abordado el estudio del discurso en el aula.

Primeramente se describe el trabajo de Edwards y Mercer (1988) sobre los usos del lenguaje en el proceso de la construcción compartida del conocimiento y sus repercusiones para el aprendizaje.

En su planteamiento los autores dicen que uno de los fines de la educación en clase es el ampliar el conocimiento y comprensión de los niños sobre temas, que la mayoría de las veces de manera implícita y mal definidos constituyen el currículum. Pero para que esto sea posible, tanto los estudiantes como el profesor deben establecer mutuamente un “universo discursivo compartido”.

Dejan entrever que el carácter especial del discurso educativo no se limita sólo a las propiedades generales del habla en el aula, sino que existen formas especiales de este, relacionadas con temas o contenidos como el de la ciencia.

En segundo término se aborda el trabajo de Candela (1999) sobre el papel del discurso en la construcción social del conocimiento científico.

Partiendo del estudio de diversas situaciones de aula en el contexto de la escuela primaria en México, la autora hace una descripción etnográfica del discurso educativo.

Bajo la visión de la psicología discursiva, ella expone entre otras cosas cómo los alumnos participan para apropiarse de los criterios a través de los cuales se legitima una explicación desde el punto de vista de la ciencia.

Para Candela los alumnos participan activamente en la construcción discursiva de la ciencia en el aula y plantea, que las condiciones socioculturales y económicas no son un condicionante para la calidad de sus intervenciones. Ellos se involucran, proponen sus puntos de vista y en algunas ocasiones se niegan a aceptar las versiones autorizadas del conocimiento científico propuestas por el libro de texto o el profesor.

Una tercera perspectiva es la semiótica que aborda Lemke (1997) en su trabajo. Al autor le interesa saber cómo se apropian del “habla científica” los estudiantes y para ello centra su trabajo en el estudio del contexto de habla y la organización social de las aulas de ciencias.

Como resultado de sus investigaciones propone que el aprendizaje de la ciencia implica la apropiación por parte de los alumnos de dos clases de patrones. Uno de ellos relacionado con los conceptos o significados, el patrón semántico y otro más amplio que explica cómo los conceptos o términos se relacionan entre sí, esto es el patrón temático.

La cuarta y última propuesta teórica es la de Mortimer y Scott (2003) quienes partiendo de los principios del trabajo de Vygotsky y apoyándose en las ideas de Bakhtin sobre los géneros del discurso, ofrecen una forma de entender cómo el maestro y sus estudiantes participan en la elaboración de significados durante el curso de una lección o serie de lecciones de ciencias.

Los autores consideran que la enseñanza de la ciencia incluye un tipo de representación pública del conocimiento científico en el plano social del aula por parte del docente. Aquí el maestro o maestra conduce la clase siguiendo una especie de guion, donde él o ella toma la iniciativa de la “puesta en escena” de las diversas ideas y acciones.

En esta perspectiva teórica los autores proponen un marco analítico basado en cinco aspectos interrelacionados, los cuales se centran en el papel del profesor y son: el propósito de la enseñanza, el contenido científico de las interacciones, la aproximación comunicativa, los patrones de discurso y las intervenciones del maestro.

Las posturas teóricas reseñadas aquí constituyen la base para la elaboración del análisis de los datos, con la intención expresa de llegar a una descripción que permita hacer la caracterización del discurso de un profesor de ciencias como recurso pedagógico, en el contexto de una escuela secundaria pública.

2.2 El conocimiento compartido

A partir del análisis de distintas situaciones en el aula alrededor de contenidos de física, informática y ciencias sociales, Edwards y Mercer (1988) revisan una amplia variedad de usos del lenguaje implicados en el proceso de construcción compartida y sus repercusiones sobre el aprendizaje final.

Bajo una perspectiva psicológica su trabajo se centra en el análisis de las relaciones entre el discurso educativo y el hecho de compartir conocimiento. Consideran a la educación como un proceso de comunicación entre maestros y alumnos en el que están en desarrollo el intercambio de conocimientos y la comprensión.

Los autores entienden la enseñanza escolar como un proceso de construcción social de comprensiones entre el maestro y los estudiantes, es decir, “un proceso de socialización cognitiva a través del lenguaje” (1988: 176), “en el que se ayuda y se guía a los niños hacia una participación activa y creativa en su cultura” (1988: 151) puesto que es impensable que puedan inventarla gracias a su propia actividad y experiencia.

Esto sin lugar a dudas representa un camino muy complejo en el que los participantes (maestro y alumnos) tienen que realizar esfuerzos para lograr espacios comunes de entendimiento, significados colectivos, contextos mentales y términos de referencia compartidos, tras una actividad permanente de negociación en los que hay una sesión de intereses por una parte sin la que no sería posible el trabajo sobre los objetivos y tareas escolares.

Edwards y Mercer exponen que el profesor al estar inmerso en una relación asimétrica y de poder con respecto a sus estudiantes, con frecuencia manipula la negociación para simplemente desviarse por caminos más sutiles pero no menos impositivos que poco tiene que ver con el logro de la intersubjetividad. Por otro lado, los malentendidos surgen con frecuencia, en muchas ocasiones los significados permanecen implícitos, las normas básicas de participación quedan ocultas, y los profesores tienden a no comunicar directamente los objetivos.

También explican que las reglas del habla en el aula son reglas de interpretación que a los participantes no se les comunican explícitamente y en consecuencia han de descubrirlas mediante la lectura de pistas e indicios, con frecuencia ambiguos y polisémicas. Dicho en otras palabras, lo que se encuentra en las clases que analizan se parece a “un rompecabezas mal definido y concebido apresuradamente” (1998: 43) en lugar de una situación ideal de la zona de desarrollo

próximo (ZDP), a pesar de que la intención de los maestros si va en esta dirección y que se oponen al modelo tradicional de la enseñanza¹.

El trabajo Edwards y Mercer muestra que el contexto de habla es importante para el establecimiento de la comprensión compartida. Lo importante “es lo que los participantes en la comunicación consideran y entienden como relevante” (1988: 81). En las clases que ellos analizan explican cómo los maestros y los alumnos construyen su comprensión compartida partiendo de la continuidad de la experiencia y el discurso, que en el proceso educativo se convierte en el contexto implícito en el que se desarrolla la actividad en clase y los intercambios verbales.

Así la construcción de un marco de referencia a partir del cual el maestro y los estudiantes puedan dialogar en torno a las actividades propuestas, permite el trabajo con las diferentes ideas que están siendo presentadas en la clase. Pues no sólo están las concepciones cotidianas que tienen los estudiantes con respecto al contenido que está siendo enseñado, también están las explicaciones del maestro para guiar a los estudiantes a nuevos estadios de conocimiento.

Por lo tanto, “mediante el discurso y la acción conjunta, dos o más personas construyen un cuerpo de conocimiento común que se convierte en la base contextual para la comunicación posterior” (1988: 179).

Otro aspecto que llama la atención en su trabajo es la función socializadora cognitiva de la educación. De acuerdo con Edwards y Mercer, “el discurso en clase actúa estableciendo comprensiones conjuntas entre maestro y alumno, marcos compartidos de referencia y de concepción, en las que el proceso básico (incluidos los aspectos problemáticos de este proceso) consiste en introducir a los alumnos en el mundo conceptual” (1988: 176) del profesor, y por este medio de la comunidad educativa. En este sentido, el proceso educativo tiene lugar en el discurso situado en la clase. Entonces es por medio del lenguaje que ocurre el proceso de socialización cognitiva.

Además exponen que los maestros tienen entre otras cosas, la misión de proporcionar un andamiaje a los primeros pasos del niño dentro de la cultura epistemológica a la que se suscribe todo sistema de enseñanza, de supervisar su entrada en el discurso educativo. Esto se logra mediante la creación de un marco contextual para las acciones educativas, de ahí que el desarrollo de un conocimiento compartido es esencial en la enseñanza. Declaran que este es un proceso

¹ De acuerdo con los autores en la Gran Bretaña el tipo de enseñanza observado en las clases analizadas tenía como referente una declaración de política educativa con apoyo gubernamental llamada el Informe Plowden basada en una perspectiva piagetiana.

problemático debido a que toda enseñanza corresponde a una determinada ideología, la cual se basa en relaciones de poder y control.

Los autores presentan casos que refuerzan la idea de que aprendemos a aprender con la ayuda de otros. El estudiante no es alguien que entienda su realidad mediante el diálogo consigo mismo. Por el contrario, su mundo adquiere sentido durante el intercambio de experiencias con sus pares y con el maestro. Esta aproximación de la realidad se da por medio del lenguaje hablado. Se trata de la construcción de marcos de referencia contextuales por medio del habla, los cuales informan de la clase de conocimiento que se comparte.

En suma “es dentro del discurso maestro-alumno en el cual se desarrolla la lección, donde se modelan, interpretan, destacan, limitan a lo periférico, reinterpretan, etc., todas las comprensiones que se crean” (1988: 144).

La importancia del enfoque de estos autores para el presente trabajo de investigación radica en el hecho de que a pesar de no analizar clases de ciencia exclusivamente, sus hallazgos permiten entender cómo por medio del discurso el maestro y los estudiantes participan en la creación de marcos contextuales que posibilitan la comprensión compartida del conocimiento.

Si se piensa que los estudiantes llevan a las aulas sus propias concepciones sobre los fenómenos de la naturaleza, las interacciones con el maestro y sus pares a través del lenguaje hablado permiten construir una comprensión compartida de las explicaciones dadas por el contenido científico escolar. El estudiante no aprende en solitario sobre la ciencia y sus explicaciones, no llega al conocimiento por sí mismo, es necesaria la participación de otros actores para hallar el sentido de lo enseñado. Entonces, el trabajo de Edwards y Mercer, ofrece un punto de referencia para describir las acciones llevadas a cabo por el maestro en un aula de ciencias.

La visión tradicional de la enseñanza considera al estudiante como una página en blanco, en donde los conocimientos son transmitidos por el docente en una clase magistral y se basan en una serie de contenidos conceptuales. El estudiante tiene una actitud pasiva y se limita a seguir las indicaciones dadas por el maestro.

En contraste, la perspectiva de Edwards y Mercer destaca la enseñanza como un proceso de comunicación entre el maestro y sus estudiantes. Un proceso en el cual está presente la construcción social de comprensiones y dónde el lenguaje hablado es un medio para la elaboración del sentido del contenido escolar. El contenido escolar es puesto en el plano social del aula a través de las interacciones de maestro y sus estudiantes y de los estudiantes con sus pares. No se limita una transmisión pasiva del contenido, pues se habla para entender y construir un punto

de vista compartido. Finalmente, el discurso del maestro entendido como un recurso pedagógico guía al estudiante en la comprensión y la elaboración de significados sobre el contenido que está siendo enseñado.

2.3 El discurso en la construcción social del conocimiento

Entre los estudios que abordan la interacción discursiva en clases de ciencias, se destacan los trabajos de Candela que desde una perspectiva etnometodológica investigan la manera en cómo se construye el conocimiento científico en el contexto de la escuela primaria pública en México (Candela, 1991; 1999; 2001b; 2006b)

De acuerdo con Candela este tipo de estudios representan una forma ideal de conocer el trabajo de los maestros, en donde ellos se vean reflejados pudiendo “distinguir aquellos aspectos de su práctica que son más adecuados para propiciar cierto tipo de reflexión y construcción del conocimiento de los alumnos” (2006b: 803).

Comenta que desde una perspectiva de la sociología del conocimiento, se considera a la ciencia como:

“una construcción social supeditada a ciertos procesos discursivos específicos, en los cuales se incluyen las versiones sobre ciertos tópicos como la organización del discurso, la manera de hablar, de argumentar, de analizar, de observar, de construir con palabras el resultado de la experiencia, de validar un conocimiento y de establecer la verdad.”
(Candela, 2006b: 804)

Así, bajo esta perspectiva, sus investigaciones están orientadas a describir como el conocimiento científico escolar² se va construyendo al interactuar los docentes y los alumnos en las aulas de ciencias y las formas en qué este conocimiento se legitima.

Propone que el tránsito del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar se da a través de una serie de transformaciones, en los términos que Chevallard llama transposición didáctica. La transposición didáctica es la que opera el maestro del libro de texto al aula. A este respecto, la autora considera que el tránsito entre estos dos tipos de conocimiento tiene relación con la participación de los docentes y alumnos a través del discurso para situaciones específicas como la escuela (Candela, 2006, *op. cit.*).

Candela basa sus hallazgos investigando bajo la visión de la psicología discursiva³, la interacción entre el maestro y sus estudiantes en la construcción social del conocimiento en el aula. Aquí se asume que la construcción social del conocimiento es una actividad grupal en la que se consideran comprensiones

² Se entiende por conocimiento científico escolar al conocimiento que en relación con los temas de la ciencia se va construyendo en la interacción entre los docentes y alumnos en el aula (Candela, 1999).

³ De acuerdo con Candela, para la psicología discursiva el estudio de la versión retórica de los hechos es una forma de saber cómo se establecen cognición y realidad, pues se asume que tanto las instituciones, las prácticas sociales y los individuos están constituidos por diversos discursos en competencia.

compartidas, pero que también es espacio para la elaboración, la argumentación y el debate de significados alternativos (Candela, 1999; 2003).

La autora argumenta que en el proceso discursivo de las aulas, se dan ciertas formas de comunicación que se negocian a través de las discusiones entre el maestro y sus alumnos. Es precisamente en este espacio donde la emergencia de malentendidos, incomprendimientos u otras elaboraciones aparecen. Así, quienes participan en el intercambio verbal colaboran en la construcción de consensos o puntos de acuerdo como una tarea compartida pero también estableciendo contextos argumentativos donde diversas versiones explicativas quedan abiertas y se contraponen (Candela, 1991).

Ahora bien, para el estudio de los procesos discursivos la autora se apoya en el análisis del discurso y explica que “es un medio privilegiado para estudiar los procesos educativos cuando se intenta comprender los mecanismos y procedimientos con los que los participantes construyen los significados” (Candela, 1999: 24).

Se sigue entonces que el estudio del discurso permite dar cuenta de la riqueza de las elaboraciones que hacen maestros y alumnos para cumplir con determinados objetivos, en este caso, contribuir a la construcción discursiva de la ciencia en el aula.

Una de las características del trabajo de Candela, consiste en la excelente recuperación que hace de la “voz” de los estudiantes. Aunque otros trabajos abordan el sentido de las intervenciones de los estudiantes (Lemke, 1997), esta autora hace una interesante descripción etnográfica del discurso educativo, en donde los alumnos “hablan” y asumen diversas posiciones con relación al contenido que está siendo revisado y las distintas versiones que circulan buscando un consenso o bien para argumentar o legitimar un punto de vista. Y a este respecto Candela dice:

Tomar la ciencia desde la perspectiva de los participantes es una manera de ver cómo se construye la ciencia en el aula, cómo se trabajan las diversas versiones, cómo se legitima una sobre otra y cómo se mantienen o resuelven las diferencias entre las distintas versiones. [...] interesa ver qué es la ciencia para los maestros y sobre todo para los alumnos (1999: 24).

Así, la perspectiva de los participantes (maestro y alumnos) ilumina los hallazgos que dan cuenta de cómo se construye la ciencia en las aulas a través de la interacción discursiva entre ellos.

Respecto a las formas de validar el conocimiento científico la autora explica que la noción de “evidencia empírica”⁴ surge para apoyar o bien desacreditar la validez de las explicaciones que se entretienen en torno a un fenómeno observado. A

⁴ Cfr. Guillaumin, 2005.

este respecto su trabajo muestra cómo se generan en el curso de las interacciones entre el maestros y los estudiantes, las oportunidades para establecer discursivamente lo que los participantes definen como “lo que se ve” en el experimento y el papel que juega para que una descripción que se pueda asumir como “legítimamente científica” desde el punto de vista de los participantes.

Por otro lado, ella describe la función de los datos empíricos que en concomitancia con otros recursos apuestan por la garantía de la factualidad de una versión como son el consenso y la autoridad. La autoridad proviene del libro de texto, del maestro o de la voz de “los otros que saben”.

Los ejemplos que presenta, demuestran el manejo que hacen los alumnos de la “evidencia empírica” como un recurso que apoya sus versiones de los hechos científicos al momento de enfrentar versiones alternativas, las cuales pueden ser propuestas por el docente o sus pares. En este sentido al referirse al trabajo de los alumnos Candela dice:

Los alumnos contribuyen a la construcción social del significado del conocimiento de ciencias proponiendo y argumentando acerca de diversas versiones que negocian con sus compañeros y con el maestro para tratar de llegar a consensos, [...] se apropian y utilizan creativamente los diversos recursos y fuentes de conocimiento para legitimar las versiones del contenido en las que creen (1999: 231).

Un buen ejemplo de cómo participan los alumnos para apropiarse de los criterios a través de los cuales la ciencia se considera como legítima o se descarta una explicación por otra, es el fragmento que a continuación se presenta.

Este fragmento forma parte de una clase de 5º grado de primaria, en donde un docente con diez años de experiencia trabaja con un grupo de 35 alumnos, una actividad experimental propuesta en el libro de texto de ciencias naturales en la lección “La combustión”, la cual consiste en preparar una disolución de agua con cal y apreciar que ésta toma un color lechoso al contacto con un material quemado.

Extracto 1: "No se ve"

((El maestro está echando agua de cal en los dos vasos, uno con un algodón y otro sin quemar))

920 * Mo: y ahora sí (.2) vamos a ver qué diferencia hay
921 entre las dos aguas de cal (.) sí? (.3) ESTO ES
922 para que no digan ustedes que el algodón se
923 de:spi:nto (.) que el algodón (.) hizo (.) que
924 el agua de cal se pusiera lechosa sino que fue
925 exclusivamente la combustión (.2) ^de este lado
926 (.5)
927 => Aoj: NO SE VE
928 As: je je
929 Mo: de este lado (.) está casi transparente el agua de
930 cal Javier (.2) sí?
931 => Aoj: no
932 Mo: [y de este lado se ve mas blanco (.2) a pesar de
933 que tie[ne pedazos de papel quemado (.2) y vamos a
934 =>* Ao: [yo no veo maestro
935 * ((hay otros comentarios incomprensibles pero el maestro
936 * no deja de hablar))
937 * Mo: pasar por sus lugares para que los vean (.2) sí?
938 * vamos a poner aquí (.2) un poquito más de agua de
939 * cal (.4) ahí está vamos (.) a pasar por acá
940 * (.2) ¿ya vieron? (.) aquí se ve un poquito >más
941 * blanca< el agua que aquí (.2) aquí se ve todavía
942 * transparente (.5)
943 * ((hay muchos comentarios de los niños pero en voz muy
944 * baja))
945 * Mo: veanlo los dos (.) ya lo vieron los dos?
946 =>* Ao: no
947 * Mo: sí: mira aquí se ve más blanca y aquí se ve casi
948 * transparente todavía (.) como la hicimos en un
949 * principio (.) sí Maricela? (.2) ^SIMON (.) GUARDEN
950 * SILENCIO SI? por favor (.) ¿ya viste? (.) de este
951 * lado (.) se ve más blanca el agua más lechosa
952 * que de este lado, de este lado está completamente

953 * transparente como cuando comenzamos (.3) ya vieron?
954 * (.5) está mas clara é:sta verdad?
955 =>* Aa: °no° ((muchos alumnos hablan pero en voz baja y no
956 * se entiende))

(Candela, 2007: 10-11)

En este extracto se puede apreciar como aparece la noción de la “evidencia empírica” en tanto construcción discursiva que posibilita la generación de descripciones alternativas por parte de los participantes, las cuales varían según lo que observan.

También se aprecian algunas de las dificultades del profesor al tratar de llevar una actividad experimental al aula, esperando que los estudiantes lleguen a las ideas científicas por este medio. Aquí se advierte un problema de percepción de los datos ya que se supone su objetividad desde una postura empirista. Así, ni la voz autorizada del maestro y la palabra escrita en el libro de texto logran convencer a los estudiantes de qué debe verse, si de plano ellos no lo ven.

Con relación al ejemplo anterior Candela explica:

La autoridad del maestro en cuanto a poseedor del conocimiento “correcto” en el aula es repetidamente negada en las acciones discursivas de los alumnos. Ellos parecen apropiarse de la concepción expresada por los docentes que ubica a la “evidencia empírica” como recurso privilegiado para legitimar el conocimiento, por lo que si ellos “no ven” lo que se les demanda, no aceptan lo que el docente plantea (2007: 16).

En efecto para este caso la “evidencia empírica” no representa lo mismo para el docente que para los estudiantes, es decir, “lo que se ve” para el maestro no es lo mismo que los niños “ven” y por tanto la evidencia empírica no es objetiva se interpreta.

A manera de cierre en el ejemplo presentado y otros, Candela expone la forma en cómo la ciencia se construye discursivamente en la cotidianidad de las clases de la escuela primaria en México.

En el curso de las actividades experimentales propuestas por los libros de texto, se dan una serie de intercambios verbales muy interesantes, que permiten entender cómo el maestro organiza la actividad en la clase y cómo se propone el uso de la “evidencia empírica” para legitimar el conocimiento.

La investigación de Candela documenta el papel que juegan los alumnos al proponer sus puntos de vista, negándose a aceptar lo que dice el maestro “que se ve”, puesto que para ellos la “evidencia empírica” o “lo que se ve” no es percibido de

la misma forma y, por lo tanto, esto da pie a mostrar desacuerdos con la versión presentada por el libro de texto o la aderezada por la explicación del maestro.

Se sigue entonces que los alumnos participan activamente en la construcción discursiva de la ciencia en el aula, y como muestra la autora en su trabajo, las condiciones socioculturales y económicas no son un condicionante para la calidad de sus intervenciones; ellos se involucran en las actividades, proponen sus puntos de vista, que pueden no estar de acuerdo con la orientación del libro de texto y del profesor.

Pero también se abre el espacio para la argumentación de las ideas, es decir, las intervenciones se articulan con la intención expresa de convencer a los otros sobre un punto de vista. Así, al interactuar por medio de intervenciones argumentativas los estudiantes, ponen en juego conocimientos previos relacionados de formas variadas, modificando variables y situaciones para articular razones que convenzan (Candela, 1990).

En este trabajo de investigación se retoma la propuesta de Candela que expone cómo se construye el conocimiento científico a partir de las interacciones discursivas entre el maestro y los estudiantes.

Aunque el centro de interés está puesto en el discurso de los alumnos, es innegable que en el curso de los intercambios verbales que sostienen con el docente están circulando palabras y frases que dan cuenta de la manera en que ellos construyen sus argumentos apoyándose en su experiencia cotidiana. Pero también el maestro recupera ideas provenientes de la información presente en el libro de texto.

La enseñanza de las ciencias en las aulas implica el manejo de ciertas formas discursivas que intentan acercar a los estudiantes a pensar, mirar y hablar acerca del mundo de una manera cercana a la ciencia. La comprensión que se tenga de las formas en que el maestro gestiona en este espacio social las condiciones para que los estudiantes participen en la construcción social del conocimiento científico, permitirá entender y posteriormente explicar cómo a través del discurso del profesor se apoya a los estudiantes en la elaboración del sentido de las ideas y en su posterior apropiación.

Los trabajos desarrollados por Candela resaltan el papel del estudiante en la puesta en escena de las ideas científicas en el contexto del aula. Se advierte que las interacciones pedagógicas pedagógicas del docente, no siempre se cumplen debido al el papel activo del estudiante.

El presente trabajo de investigación se centra en el papel del profesor y su discurso en tanto recurso pedagógico. En este sentido, el término discurso del

profesor se refiere al habla del profesor que se entiende como una acción situada, articulada y co-construida en la interacción social. (Cubero, 2001).

2.4 Aprender a hablar ciencia

Jay Lemke hace un estudio muy interesante sobre como los estudiantes se apropian del “habla científica”. Desde una perspectiva semiótica, centra sus indagaciones en el discurso escolar, estudiando el contexto del habla y la organización social de las clases de ciencias.

Para este autor el hablar ciencia es más que hablar sobre la ciencia, significa hacer ciencia a través del lenguaje y al respecto dice:

Hablar ciencia significa observar, describir, comparar, clasificar, analizar, discutir, hipotetizar, teorizar, cuestionar, desafiar, argumentar, diseñar experimentos, seguir experimentos, seguir procedimientos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, informar, escribir, leer y enseñar en y a través del lenguaje de la ciencia (Lemke, 1997: 11-12).

Se sigue entonces que bajo este enfoque, al lenguaje verbal se le asigna un papel muy importante en tanto medio de comunicación de las formas de “hablar” de y sobre la ciencia.

De acuerdo con este autor el lenguaje verbal o hablado no sólo proporciona un vocabulario y una gramática, sino que conforma un sistema de recursos para la elaboración de significados. Luego la semántica implícita en la elaboración de significados posibilita la construcción del sentido derivado de las relaciones entre los conceptos y las ideas. Entonces al hablar ciencia nos expresamos a través de las relaciones entre los diferentes conceptos.

También explica que el contenido de toda materia científica se puede expresar a través del lenguaje, en donde su semántica permite hacer uso del vocabulario y la gramática para decir lo mismo de maneras diferentes. Esto permite comprender por qué el argumento científico implícito en la redacción de un texto no cambia de éste a otro, o de un maestro al próximo o de un día al siguiente en la clase. La razón es que el patrón de relaciones entre los diferentes conceptos o ideas permanece constante, esto es, el patrón temático se mantiene. El patrón temático es el patrón del contenido científico de lo que se dice o se escribe.

Lemke sostiene que tanto el aprender y el enseñar como el hacer ciencia son básicamente procesos sociales, los cuales se realizan por los miembros de comunidades sociales grandes y pequeñas (incluidas las aulas de ciencias). Dichas comunidades se constituyen mediante la comunicación de significados complejos, principalmente por medio del lenguaje.

Por otra parte considera a los profesores de ciencias como pertenecientes a una comunidad de personas que hablan el lenguaje de la ciencia. Lemke explica que

ellos (los docentes) utilizan este lenguaje para dar sentido a los temas que enseñan pero de una manera particular. Sin embargo, refiere que los alumnos no hablan en estos términos, pues disponen de su propio lenguaje para configurar la visión del mismo tema. Así, el trabajo con los estudiantes se remite a irlos introduciendo paulatinamente en esta comunidad de personas que hablan ciencia o una versión de esta, la ciencia escolar.

En el transcurso del diálogo educativo los estudiantes pueden acceder al modo de “hablar científicamente”. De esa manera, el significado de las palabras tales como “electrón”, “orbital” o “elemento”, no cuentan como términos aislados, sino cuando los estudiantes las combinan para explicar las relaciones, de modo que los significados de las palabras en un determinado campo constituyen un patrón de relaciones entre los ítems o términos temáticos o lo que Lemke llama un patrón semántico y explica:

“[...] Este es un patrón de relaciones semánticas que describe el contenido temático, el contenido científico de un área en particular. Es una especie de red de interrelaciones dentro de un campo, descritos semánticamente en los términos en que se utiliza el lenguaje en ese campo” (1997: 29).

Y siguiendo estas ideas es correcto pensar que la ciencia está en el diálogo en la medida que las relaciones semánticas y el patrón temático dado, se asemejan o acercan al patrón temático del lenguaje usado en algún campo de la ciencia. Bajo esta línea de pensamiento, una parte esencial de la educación científica consiste entonces en enseñar a usar el lenguaje según los patrones semánticos de la ciencia.

Durante el curso de las interacciones entre el profesor y sus estudiantes, se da oportunidad para aprender el uso del “lenguaje científico”. Así, por medio de diversas estrategias los participantes llegan a compartir un patrón temático durante el diálogo.

Una de estas estructuras de actividad usada con frecuencia en clase con este propósito es el patrón de diálogo triádico⁵ cuando se cumplía o IRE (interrogación-respuesta-evaluación), en donde a través de una serie de preguntas el maestro puede llevar a los alumnos a adoptar un tipo de patrón temático.

De acuerdo con Lemke, es posible que el trabajo con los alumnos permita el tránsito de un patrón semántico en los términos aprobados por determinado campo de la ciencia, pero también puede ser motivo de conflicto cuando el patrón no es compartido tanto por el maestro y los alumnos. Luego en el curso de las actividades en las aulas de ciencias aparecen dos patrones: “uno de organización representado

⁵ Barragán (2005); Sinclair, J. & Coulthard, M. (1975) lo refieren como parte de las formas prototípicas del discurso en el aula.

por su estructura de actividad y un patrón temático”. Esto es, por un lado los participantes (maestro y alumnos) interactúan bajo una estrategia parecida a un juego de expectativas en cuanto a qué puede suceder y por el otro, al mismo tiempo, se comprometen en la “elaboración de significados complejos acerca de un tema en particular al combinar palabras y otros símbolos (el patrón temático)” (Lemke, 1997: 29).

Partiendo de ejemplos concretos, Lemke muestra cómo un patrón temático dado a partir de las relaciones semánticas entre palabras, permite identificar en el diálogo el “habla científica”.

El siguiente fragmento puede ayudar a explicar la manera en que se engarzan los términos en el patrón temático:

5. Profesor: Esto es una representación de un orbital... S.
6. Claro que se supone que debe ser tridimensional...
7. ¿Qué dos elementos podría representar un
8. diagrama como éste? ... ¿Jennifer?
9. Jennifer: ¿Hidrógeno y helio?
10. Profesor: Hidrógeno y helio. El hidrógeno tendría que tener un
electrón...
11. en algún lugar por aquí, y ¿el helio tendría...?
12. Alumno: Dos electrones.
13. Profesor: Dos... Éste es... un S, y ... ¿el blanco sería...?
14. ¿Mark?
15. Mark: Dos S.
16. Profesor: Dos S. ¿Y lo verde sería...? ee...
17. Janice: Dos P. Dos P.
18. Profesor: Janice.
19. Janice: Dos P.
20. Profesor: Dos P. Sí, lo verde sería 2Px y 2Py.

(Lemke, 1997: 21).

Este autor explica que al revisar cada una de las intervenciones presentadas, aparecen algunas palabras o términos especiales propios del lenguaje científico: electrón, un orbital S, tercera dimensión, elemento, hidrógeno, helio. Ahora bien, estos términos se relacionan entre ellos, estableciendo lo que él llama relaciones semánticas, tales como las siguientes:

un S [es un tipo de] orbital

orbital	[tiene característica]	tridimensional
orbital	[puede representar]	elemento
hidrógeno	[es ejemplo de]	elemento
helio	[es ejemplo de]	elemento

La utilidad de este tipo de relaciones es que permiten identificar cual es el patrón temático implícito en el diálogo protagonizado por el maestro y sus estudiantes. Además, si éste es el mismo y coincide con el patrón presente en el libro de texto o el lenguaje de un científico, se puede asegurar que el patrón temático del intercambio dialógico corresponde a “hablar científicamente”.

Agrega que otra característica sustancial del diálogo científico, consiste en la repetición de las relaciones semánticas clave. Si estas relaciones pertenecen al patrón temático general, éstas aparecen una y otra vez a lo largo del diálogo.

Entonces para el fragmento presentado el patrón semántico general es:

elemento [tiene] número [de] electrones

el cual se puede configurar así:

los electrones [se localizan en] orbitales

De aquí se infiere que los elementos tienen un determinado número de electrones y que estos se pueden ubicar en un determinado tipo de orbital.

Una aportación de la perspectiva de Lemke radica en asumir que los alumnos pueden aprender a “hablar científicamente” por medio de la práctica tal y como se aprende un idioma. Para esto se necesita de un guía o experto que hable el lenguaje de la ciencia, así el docente desde su perspectiva es central. Por un lado, gestiona el trabajo en clase propiciando el espacio para la interacción dialógica y por el otro, hace disponibles los patrones temáticos implícitos en el “habla científica”.

Es por medio de los patrones semánticos que los estudiantes logran participar en la construcción discursiva de las relaciones entre las palabras, términos o ítems temáticos, que de acuerdo con esto deben coincidir con los patrones del discurso científico o una versión de este.

Finalmente, Lemke comenta la poca atención que se da en las clases de ciencias para la exposición de los patrones temáticos de la ciencia. Pues informando con oportunidad a los estudiantes cuáles son los términos clave, cómo se relacionan

y cómo se engarzan en un patrón más amplio, se les estaría brindando la ocasión de aprender con oportunidad a “hablar científicamente”.

Durante los intercambios verbales que sostienen el maestro y los estudiantes, se dan las condiciones para que ellos puedan apropiarse de los patrones temáticos que se relacionan con una forma muy singular de expresarse sobre la naturaleza y sus fenómenos, la ciencia. Cuando los estudiantes participan en estos intercambios están aprendiendo cómo hacer ciencia por medio del lenguaje hablado, en otras palabras aprendiendo a hablar ciencia.

Posteriormente en este trabajo se retoma una de las ideas de Lemke, que permitió identificar y posteriormente seleccionar los episodios que integran el corpus de datos analizados. Se trata del patrón temático. Cada episodio seleccionado representa las relaciones entre los términos o conceptos que corresponden a un tema determinado y que fueron abordados en el curso de las lecciones registradas en video.

Esto abrió la posibilidad de seleccionar los fragmentos de video que mostraran cómo el contenido temático es puesto en el plano social del aula a través de las interacciones entre los participantes, Pero principalmente mostrar cómo a través del habla como recurso pedagógico, un profesor de ciencias aproxima a los estudiantes a las ideas científicas.

También revelar cómo se las arregla para que los estudiantes se apropien de una forma de pensar, de mirar y de hablar sobre la naturaleza y sus fenómenos, en otras palabras, cómo se gestionan los espacios para que ellos en el curso de las interacciones con el maestro aprendan a hablar ciencia.

En fin, partiendo de las ideas de Lemke se puede decir que los profesores de ciencias forman parte de una comunidad de personas que hablan el lenguaje de la ciencia, entonces es posible que parte de la tarea de los docentes sea enseñar a usar el lenguaje según los patrones semánticos de la ciencia. Así en la medida en que el diálogo en el aula reproduzca el patrón temático de las relaciones entre términos o conceptos presentados y que estos se parezcan a los patrones temáticos expuestos en los textos, incluida el habla de los científicos profesionales, se estará permitiendo que los estudiantes aprendan a usar este lenguaje o la versión de este: el lenguaje social de la ciencia escolar.

2.5 La elaboración de significados en las aulas de ciencias

El marco analítico propuesto por Mortimer y Scott (2003), ofrece una forma de entender la manera cómo el docente de ciencias conduce su clase. Es este espacio social donde los intercambios verbales entre éste y los alumnos permiten la elaboración de significados durante el curso de una lección o serie de lecciones.

Basándose en los principios del trabajo de Vygotsky, los autores consideran que la enseñanza de las ciencias es un tipo de representación pública del conocimiento científico en el plano social del aula que realiza el docente. El maestro o maestra conduce la clase siguiendo una especie de guion, donde él o ella toma la iniciativa de la “puesta en escena” de las diversas ideas y acciones.

Si tratamos de ver una clase de ciencias como una representación pública del contenido científico, un aspecto central es el desarrollo de la “narración científica”. Esto se refiere a que el maestro elabora una especie de relato en el cual se incorporan las ideas centrales, las descripciones y las explicaciones acerca de los fenómenos o procesos estudiados. Tal relato incluye aspectos contextuales, “personajes”, secuencias temporales, “eventos” y “desenlaces”. Así, la importancia de la “narración científica” en la perspectiva de estos autores radica en cómo el maestro introduce las nuevas ideas científicas y cómo apoya a los alumnos para su internalización.

Estas ideas fueron desarrolladas al analizar el género de discurso en las aulas de ciencias (idea recuperada de los trabajos de Bakthin) y, en específico de la manera en que el maestro actúa y guía la elaboración de significados en las interacciones con sus estudiantes.

Mortimer y Scott (*op. cit.*) proponen un marco analítico que ofrece una caracterización del discurso docente que explica su utilidad en la elaboración de significados en las clases de ciencias. Este marco analítico está basado en cinco aspectos interrelacionados, los cuales se centran en el papel del profesor: en cuanto al enfoque, la aproximación y la acción (ver tabla 2.1).

Tabla 2.1 Los aspectos del marco analítico que describen el habla del maestro

El enfoque	1. El propósito de la enseñanza	2. El contenido científico
La aproximación	3. La aproximación comunicativa	
La acción	4. Los patrones del discurso	5. Las intervenciones del maestro

En seguida se describen cada uno de los aspectos que integran la propuesta de los autores.

2.5.1 El propósito de la enseñanza

Durante el curso de la clase de ciencias el profesor al interactuar verbalmente con sus estudiantes realiza una serie de acciones con un propósito definido, éste se relaciona con un momento en específico de una lección o secuencia de lecciones. En este sentido, el propósito de la enseñanza intenta dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿qué está tratando de lograr aquí el maestro?

Los autores han identificado una serie de propósitos de la enseñanza; cada propósito se centra en cómo el maestro trabaja con sus estudiantes el contenido científico escolar en un momento determinado de la lección y lo que pretende con ello. Entre los propósitos están: plantear un problema, explorar los puntos de vista de los estudiantes, introducir la narración científica, guiar a los estudiantes a pensar con las ideas científicas, guiar a los estudiantes para aplicar y extender el uso del punto de vista científico y mantener el desarrollo de la narración científica (ver tabla 2.2).

La lista de propósitos hace sentido porque recupera las acciones presentes en la cotidianidad de la enseñanza de las ciencias en el contexto del aula.

Tabla 2.2 El propósito de la enseñanza

Propósito	Foco
Plantear un problema	Involucrar a los estudiantes intelectualmente y emocionalmente, en el desarrollo inicial de la narración científica.
Explorar y trabajar los puntos de vista de los estudiantes	Examinar los puntos de vista de los estudiantes en la comprensión de ideas específicas y fenómenos.
Introducir y desarrollar la narración científica	Construir el contenido científico (incluyendo temas conceptuales, epistemológicos, tecnológicos, sociales y medioambientales) disponible en el salón de clases.
Guiar a los estudiantes a pensar con las ideas científicas y apoyar su internalización	Ofrecer oportunidades a los estudiantes para hablar y pensar nuevos contenidos científicos, individualmente o en grupo. Al mismo tiempo, apoyar a los estudiantes en la construcción individual del sentido e internalización de esos contenidos.
Guiar a los estudiantes para aplicar y extender el uso del punto de vista científico y transferir la responsabilidad de su uso	Apoyar a los estudiantes en la aplicación del contenido científico enseñado en un rango de contextos, cediendo la responsabilidad por el uso de esos contenidos.
Mantener el desarrollo de la narración científica	Ofrecer comentarios sobre el desarrollo de la narración científica, ayudar a los estudiantes a seguir su desarrollo y ver como se adecúa al currículum de ciencias.

2.5.2 El contenido científico

A manera de describir la riqueza del contenido científico significativo de las interacciones entre el maestro y sus estudiantes en las aulas de ciencias, los autores identifican tres formas de apreciar tal contenido, a saber:

- de lo cotidiano a lo científico,
- describir, explicar o generalizar
- de lo empírico a lo teórico

De lo cotidiano a lo científico.

Al hablar de los fenómenos de la naturaleza en las clases de ciencias se puede hacer desde dos posiciones, por un lado está el punto de vista de los alumnos que proviene de su experiencia cotidiana, y por el otro, el punto de vista de la ciencia que se apoya en un tipo de lenguaje altamente especializado o por lo menos una versión de éste lenguaje, el de la ciencia escolar. De acuerdo con los autores, este aspecto permite identificar la variedad del lenguaje social que está siendo usado por el maestro y los estudiantes en diferentes puntos de la lección de ciencias, el cual se apoya en la distinción vygoskyana entre los conceptos cotidianos y científicos.

Describir, explicar o generalizar.

Mortimer y Scott comentan que el lenguaje social de la ciencia se reconoce por sus formas particulares de presentar los fenómenos de la naturaleza. Dentro del dominio de la ciencia escolar describir, explicar o generalizar ofrece a los estudiantes la posibilidad de participar en la construcción de la ciencia por medio del discurso. Al describir algo, se incluyen expresiones que dan cuenta de un sistema, un objeto o un fenómeno en términos de sus constituyentes y del desplazamiento espacio-temporal de los mismos. Para explicar, se revisan algunos modelos teóricos o mecanismos para un fenómeno en específico. Por último, los autores exponen que la acción de generalizar es independiente de cualquier contexto.

De lo empírico a lo teórico

Las acciones descritas anteriormente se matizan, es decir, si están basadas sobre las propiedades observables o constituyentes de un sistema, se dice que son empíricas. Por otro lado, si se apoyan en la descripción de las entidades creadas a través del discurso de la ciencia, se asume que son teóricas.

De acuerdo con lo anterior, para describir, explicar o generalizar empíricamente sobre un fenómeno se da cuenta de sus características observables, mientras que hacerlo teóricamente, se va más allá de lo empírico detallando las entidades que no son observables directamente. La acción de explicar refiere el uso de expresiones que establecen relaciones entre fenómenos físicos y conceptos, utilizando algunos tipos de modelos o mecanismos para un fenómeno en específico. Las generalizaciones van más allá de las descripciones y las explicaciones, no se limitan a un fenómeno en específico, pues expresan una propiedad general de las entidades científicas, de la materia o clases de fenómenos.

2.5.3 La aproximación comunicativa

La aproximación comunicativa describe cómo trabaja el maestro con los alumnos para desarrollar las ideas científicas en el aula. Se basa en dos dimensiones: interactiva – no interactiva y dialógica – autoritativa.

De acuerdo con los autores la dimensión interactiva – no interactiva se relaciona con el flujo de información e ideas entre varias personas o la carencia de este flujo. La dimensión dialógica – autoritativa aparece cuando se consideran varias perspectivas sobre un tema o bien cuando se trata de imponer el punto de vista de la ciencia como el más valioso o de mayor status.

Al combinar las dos dimensiones descritas líneas arriba, los autores proponen cuatro formas para comprender los intercambios verbales entre el maestro y sus estudiantes. Cada una de estas aproximaciones comunicativas cumple con una función pedagógica en específico y son necesarias en determinado momento de la “puesta en escena” de la lección de ciencias.

	Interactiva	No interactiva
Dialógica	<p>Interactiva/Dialógica</p> <p>El maestro y los estudiantes consideran una variedad de puntos de vista. Por ejemplo: una lluvia de ideas.</p>	<p>No interactiva/Dialógica</p> <p>El maestro repasa y resume varios puntos de vista, enlistándolos simplemente o explorando las similitudes y diferencias. Por ejemplo: revisar el tema o sintetizar los puntos principales de la lección.</p>
Autoritativa	<p>Interactiva/Autoritativa</p> <p>El maestro se centra en el punto de vista científico y conduce a los estudiantes a través de una serie de preguntas y respuestas, con el objetivo de establecer y consolidar ese punto de vista. Por ejemplo: comprobar si los estudiantes hicieron la lectura previa del tema.</p>	<p>No interactiva/Autoritativa</p> <p>El maestro presenta un punto de vista científico de manera unidireccional. Por ejemplo: una conferencia o cátedra⁶.</p>

Tabla 2.3. Las cuatro clases de aproximación comunicativa

⁶ Lemke (*op. cit.*) se refiere a esta manera de trabajar el discurso en clase como monólogo del profesor.

2.5.4 Los patrones del discurso

En cuanto a las interacciones entre el maestro y sus alumnos los autores identifican básicamente dos tipos de patrones, los cuales se relacionan estrechamente con dos clases de aproximaciones comunicativas.

Primeramente ubican un patrón de interacción del tipo IRE (invitación-respuesta-evaluación) vinculado a una aproximación del tipo interactiva-autoritativa. El maestro formula una pregunta, el estudiante responde y posteriormente la respuesta dada es evaluada por el docente.

Este patrón de interacción al que Lemke (1997) llama diálogo triádico, surge de las aportaciones de Sinclair y Coulthard (1975), que desde una perspectiva lingüística estudian la estructura gramatical del discurso en el aula, para aprender sobre el control del habla y la construcción de significados compartidos. Al respecto Candela (2001a) demuestra que seguir el patrón IRE no es necesariamente autoritativo, porque la respuesta puede ser distinta a la que pide el maestro entre otras cosas.

En segundo término, proponen una variación de éste tipo de patrón, tomado de Lemke y referido como IRF (invitación-respuesta-retroalimentación) o cadenas IRFRF (invitación-respuesta-retroalimentación-respuesta-retroalimentación). Aquí el maestro ofrece a los estudiantes una especie de retroalimentación sobre la(s) respuesta(s) que dan y los enfrenta a suministrar una respuesta más elaborada considerando sus puntos de vista. Este tipo de patrón de interacción se relaciona con una aproximación comunicativa del tipo interactiva-dialógica.

2.5.5 Las intervenciones del maestro

Este aspecto del marco analítico se centra en las maneras en que el maestro interviene para desarrollar la narración científica y hacerla disponible para todos los estudiantes.

Los autores han identificado seis tipos de intervenciones: dar forma a las ideas, seleccionar ideas, señalar ideas clave, compartir ideas, verificar la comprensión de los estudiantes y sintetizar ideas. Cada una de ellas refiere una hábil y sofisticada forma en que el maestro guía el “habla” en el aula, con el objeto de hacer disponible para todos los estudiantes una explicación desde el punto de vista científico. Estas se describen al detalle a continuación (ver tabla 2.4).

Tabla 2.4 Las intervenciones del maestro

Intervención del maestro	Foco	Acción que el maestro puede tomar
1. Dar forma a las ideas.	Trabajar sobre las ideas, desarrollar la narración científica.	Introducir un nuevo término.
		Parafrasear la respuesta de un estudiante.
		Distinguir entre dos ideas.
2. Seleccionar ideas.	Trabajar sobre las ideas, desarrollar la narración científica.	Dirigir la atención sobre una respuesta en particular de un estudiante.
		Ignorar la respuesta de un estudiante.
3. Señalar ideas clave.	Trabajar sobre las ideas, desarrollar la narración científica.	Repetir una idea.
		Invitar a un estudiante a repetir una idea.
		Implementar un intercambio confirmatorio con un estudiante.
		Usar un tono de voz en especial.
4. Compartir ideas.	Hacer accesibles las ideas poniéndolas a disposición de los estudiantes.	Compartir las ideas de los estudiantes con toda la clase.
		Invitar a un estudiante a repetir una idea a la clase.
		Compartir un conjunto de conclusiones.
		Invitar a los estudiantes a preparar carteles que resuman sus puntos de vista.
5. Verificar la comprensión de los estudiantes.	Examinar contenidos específicos estudiados.	Solicitar una aclaración de las ideas de los estudiantes.
		Invitar a los estudiantes a poner por escrito una explicación.
		Comprobar el consenso de la clase sobre la certeza de las ideas.
6. Sintetizar ideas.	Recapitular y repasar ideas.	Resumir las conclusiones de un experimento.
		Recapitular sobre las actividades de la lección anterior.
		Revisar el progreso de la narración científica hasta ahora.

Las intervenciones del maestro pueden representar un trabajo muy cuidadoso con las ideas que están siendo presentadas en determinado momento de la lección de ciencias. Es decir, al tener como foco la narración científica, el profesor en el curso de las interacciones que sostiene con los estudiantes, pone en marcha formas o modos para comunicar las ideas presentes en este relato y contribuir en alguna medida a que esté disponible para ellos.

Finalmente, las ideas propuestas por los autores para describir la elaboración de los significados en las aulas de ciencias y que han sido descritas en este apartado, son una referencia importante en el análisis de los datos presentados en este trabajo de investigación. Su perspectiva teórica y de investigación, ofrece la posibilidad de entender el sentido de las acciones de un docente de ciencias que mediante el “habla” como recurso pedagógico, intenta acercar a sus estudiantes a las ideas científicas.

En este sentido este marco analítico ayuda a describir de una forma más rica la conducta verbal del docente, iluminando aquellos aspectos del discurso del profesor que son relevantes para la presentación de las ideas en el plano social de las aulas de ciencias.

2.6 Discusión y perspectiva adoptada en esta tesis

Las posturas teóricas y de investigación descritas a lo largo del capítulo son un claro ejemplo de algunas de las formas en que se ha abordado el estudio de las relaciones entre maestros y alumnos al interior de las aulas.

La compleja dinámica que se da en las aulas ha sido pensada desde la psicología discursiva, bajo esta perspectiva se pueden identificar los trabajos de Candela (1998, 1999).

En el trabajo de Edwards y Mercer (1988) aunque no se aborda solo el estudio de clases de ciencias, se muestra la riqueza de los intercambios verbales entre el maestro y sus estudiantes al momento de construir y compartir el conocimiento. De acuerdo con los autores cuando el maestro interroga a sus alumnos, cada turno de habla es aprovechado para añadir un poco más del conocimiento ya establecido. Las intervenciones de los estudiantes están regidas por un orden social determinado y una disciplina en la organización de las contribuciones. Participar apropiadamente implica adecuarse a formas de habla, el cual es solicitado y conducido por el profesor.

Así el discurso educativo sirve como una forma de llevar al estudiante en la construcción del conocimiento y la comprensión compartidos, en donde el control de los intercambios verbales es ejercido solamente el profesor.

Por su parte Candela se interesa por describir ampliamente la forma que los estudiantes participan en la construcción social del conocimiento en el aula de ciencias. Los turnos de habla asignados por el maestro tienen la intención de involucrar al estudiante en la argumentación de las ideas y la legitimación de las diversas versiones propuestas en el aula en contraste con el punto de vista de la ciencia escolar.

El trabajo de Lemke (1997) muestra la forma en que la semiótica puede explicar cómo se aprende un determinado tipo de lenguaje social, la ciencia. El autor explica que los intercambios verbales son regulados por el profesor, y en este sentido el patrón de diálogo triádico o IRE (interrogación-respuesta-evaluación) es la forma de llevar al estudiante a adoptar un tipo de patrón de temático muy cercano al modo de "hablar científicamente".

Para este autor el diálogo triádico es una estructura de actividad, es decir, una secuencia de opciones predecibles para quien dirá o hará que tipo cosa después. Se puede usar como repaso, pero también para discutir temas nuevos, revisar tareas e incluso para resolver problemas paso a paso.

Lemke explica que el lenguaje dentro del aula no es una lista de términos técnicos y ni siquiera una serie de definiciones. Es el uso de esos términos y sus conexiones de unos con otros en una variedad de contextos. Luego los alumnos tienen que aprender a combinar los significados de los diferentes términos según las formas aceptadas por el habla científica o una versión de esta el lenguaje de la ciencia escolar.

Los trabajos de Edward y Mercer y Lemke coinciden en mostrar la importancia del maestro para guiar a los estudiantes al encuentro de nuevas ideas y formas de pensar. Por su parte el trabajo de Candela va un más allá de mostrar el papel protagónico del profesor en la construcción de una comprensión compartida y del “habla científica”, la autora destaca el papel activo de los estudiantes en las distintas versiones del conocimiento que son traídas y argumentadas en el curso de una clase de ciencias. Su trabajo pone de manifiesto como lo estudiantes participan mediante la argumentación de sus ideas en la construcción social del conocimiento científico escolar.

En otro orden de ideas, Mortimer y Scott (2003) muestran en su trabajo cómo los profesores de ciencias pueden apoyar a los estudiantes en la elaboración de significados y su posterior internalización. Los autores proponen un marco analítico el cual permite develar las formas en que los intercambios verbales entre el maestro y sus estudiantes dan cuenta de la riqueza del discurso del profesor y su importancia como recurso pedagógico. En este sentido los trabajos de Lira y Guerra (2009) y Guerra (2011) son una muestra de cómo el habla del profesor media en la aproximación de los estudiantes al incorporar el discurso científico escolar a las formas que disponen los estudiantes para exponer sus ideas acerca de los fenómenos de la naturaleza.

Ahora bien, en el presente trabajo de investigación se apoya principalmente en el marco analítico propuesto por Mortimer y Scott (2003 *op. cit*), por consiguiente el análisis del discurso del profesor entendido como un recurso pedagógico se hará a partir de las categorías: el propósito de enseñanza, el contenido científico, las aproximaciones comunicativas, los patrones del discurso y las intervenciones del profesor.

Del trabajo de Lemke (1997) se adopta la idea del patrón temático, como una forma de identificar el corpus de datos que integrará la evidencia empírica, columna vertebral de esta investigación.

En análisis de los datos será ampliado al retomar las investigaciones de Candela (1990) respecto al papel de los estudiantes en la construcción y la elaboración de las ideas en las clases de ciencias. En la misma medida el trabajo de

Edward y Mercer (1988) será otro punto de referencia en el análisis y descripción del discurso del profesor cómo recurso pedagógico.

Si bien es cierto que las posturas teóricas referidas a lo largo de este capítulo no son compatibles entre sí, la idea central de esta investigación es que a partir del trabajo de Mortimer y Scott (2003) se pueda caracterizar el discurso de un profesor de ciencias como un recurso pedagógico. Sin embargo, se asume que no es la única forma de aproximarse al objeto del conocimiento, los trabajos de Candela (1990), Lemke (1997) y Edwards y Mercer (1988) informan cómo se puede abordar el estudio del discurso del docente para otros propósitos.

Dicho lo anterior se considera conveniente aclarar que la postura adoptada en el análisis del corpus de datos de esta investigación proviene principalmente del marco analítico propuesto por Mortimer y Scott (2003) y que las otras posturas teóricas descritas también aquí, han ampliado la comprensión de quien esto escribe sobre los usos del lenguaje hablado para comunicar las ideas científicas y cómo el docente a través del habla como recurso pedagógico, puede apoyar a los estudiantes a pensar con estas ideas y con ello ofrecerles la oportunidad de apropiarse poco a poco del lenguaje social de la ciencia o una versión de esta, el lenguaje social de la ciencia escolar.

Capítulo 3. Investigando el habla de un docente de ciencias: diseño y metodología

3.1 Aproximación teórica-metodológica

En este apartado se aborda la metodología que orienta el estudio de los aspectos discursivos presentes en las interacciones entre un docente de ciencias y sus estudiantes.

El presente trabajo de investigación se desarrolló adoptando la metodología de un estudio de caso de corte cualitativo (Lucca y Berríos, 2003; Flick, 2007; Robson, 2002, Yin, 2003), bajo la perspectiva teórica de la teoría sociocultural (Vygostsky, 1995).

Desde una perspectiva cualitativa, un estudio de caso (Bryman, 2004; Creswell, 2003; Merriam, 2001; Miles, 1994), ofrece la posibilidad de entender en profundidad como a través del habla, un docente en particular en un aula concreta, trabaja con las ideas científicas en sus interacciones con sus estudiantes, cómo las hace disponibles para todos y cómo apoya su posterior apropiación.

De acuerdo con lo anterior, en este estudio de caso, se pretende iluminar la compleja trama de relaciones que se dan en las interacciones entre un maestro y sus alumnos al discutir las ideas científicas en el plano social del aula.

Stake citado por Lucca y Berríos (2003), explica que un estudio de caso es inquirir acerca del caso y el producto de ese inquirir implica el estudio intensivo y a profundidad de las características de un fenómeno.

Para Burns (Lucca y Berríos, *op. cit.*), un estudio de caso conlleva la observación individual, como un alumno, un malhechor, un grupo de familia, una clase, una comunidad, un pueblo, una región, una actividad o un evento, un programa o una cultura entera. Pretendiendo con esto, tener un entendimiento en profundidad lleno de significados para el tema o el participante bajo estudio, puesto que su objetivo es describir no confirmar.

En este sentido, el foco de atención en un estudio de caso es la complejidad idiosincrática del mismo, lograr una descripción detallada de qué está ocurriendo dentro de ese complejo sistema.

En síntesis, el estudio de caso es el examen de un ejemplo en acción, es decir, el estudio de incidentes y hechos específicos, basada en la recogida de información de carácter individual, de personalidad, de intenciones, de valores y de conductas, lo cual puede permitir al investigador captar y reflejar los elementos de una situación que le dan significado.

En cuanto a la idea de trabajar con un solo sujeto para los propósitos de este trabajo, Lucca y Berríos dicen:

Cuando el estudio de caso trata de una sola persona, el investigador busca examinar con profundidad todos aquellos eventos que de alguna manera han sido importantes en la vida y el desarrollo de participante, principalmente aquellas que inciden de modo especial en la particularidad que examina el caso (2003: 229).

Entonces, el interés de este trabajo reside en la singular manera en que el habla de un docente en particular funciona en tanto recurso pedagógico, para aproximar a los estudiantes a las ideas presentes en el contenido científico escolar. Y retomado a Stake, el caso “no nos interesa porque con su estudio aprendemos sobre otros casos o sobre algún problema en general, sino porque necesitamos aprender en este caso en particular” (2007: 16).

En este estudio, el caso es un profesor de ciencias de un aula concreta en el contexto de una escuela secundaria pública, que posee una gran capacidad para interactuar con los estudiantes y un estilo muy conversacional para conducir su clase.

En definitiva, la adopción de una estrategia metodológica implica tener presente los alcances y las limitaciones que conlleva esta decisión. La mayor fortaleza del estudio de caso viene dada por la posibilidad de conseguir “profundidad en el entendimiento de la totalidad de la persona, fenómeno o de la unidad social que se pretende estudiar” (Lucca y Berríos, 2003: 251). De esta manera con un enfoque holístico se pretende llegar a una mejor comprensión de las acciones realizadas por el sujeto bajo estudio. También se puede hablar del valor que tiene en sí mismo como caso único, es decir, es su singularidad la que le da su valía.

No obstante que de un estudio de caso se deriva una mayor comprensión de las conductas de las personas bajo estudio, algunos autores aluden que como todo estudio de corte cualitativo carece de validez y confiabilidad y que sus resultados y conclusiones no son generalizables (Lucca y Berríos, 2003). En defensa de esta crítica se debe tener presente que el objetivo de un estudio de caso no es la generalización por la vía del muestreo, sin embargo un estudio en profundidad puede reflejar características semejantes a otros casos similares (Stake, 2007).

Un estudio de caso comparte junto con otras estrategias metodológicas una serie de técnicas para la recogida de datos. Con la etnografía⁷ por ejemplo, se comparten el uso de entrevistas, diarios de campo, la observación apoyada en

⁷ A este respecto las Goetz y LeCompte (1998) se refieren a la etnografía como un proceso, una forma de estudiar la vida humana, basada en estrategias de investigación que conducen a una reconstrucción cultural.

registros de video y audio para capturar los eventos en los que se encuentra(n) inmerso el (los) sujeto (s) bajo estudio (Erickson, 1989; Rodríguez, 1999; Ametller, 2008). Sin embargo, cabe señalar entonces que este trabajo de investigación no se hizo adoptando una perspectiva etnográfica, es decir, las categorías de análisis no se construyeron a partir de los datos. Se parte de una serie de categorías predefinidas a partir del trabajo de Mortimer y Scott (2003) para caracterizar el discurso de un docente de ciencias en el contexto de una secundaria pública.

Finalmente, siguiendo a Rodríguez no se debe perder de vista “que lo que caracteriza a un estudio de caso es el descubrimiento de nuevas relaciones y conceptos, más que la verificación o comprobación de hipótesis previamente establecidas” (1999: 988), pues apoyado en el razonamiento inductivo, sus conceptos o hipótesis surgen a partir de un examen cuidadoso de los datos.el

De esta manera, un estudio de caso, pretende facilitar la comprensión del investigador del fenómeno que se está estudiando, dando pie al descubrimiento de nuevos significados o confirmando lo que ya sabe. En este sentido, al realizar un estudio sobre el habla de un docente de ciencias en un aula concreta de una escuela secundaria pública, se ofrece la posibilidad de explicar su función como recurso pedagógico que apoya el trabajo con las ideas. Esto permite exponer cómo hace disponibles las ideas y cómo apoya su posterior apropiación.

3.2 Trabajo de campo y recolección de datos

3.2.1 Selección del caso

En este apartado se detallan las acciones realizadas para construir y definir el referente empírico al que se adscribe esta investigación, planteada como un estudio de caso.

Partiendo de la idea de investigar el discurso docente de ciencias en el contexto de la educación secundaria, se buscaron profesores que quisieran participar de manera voluntaria y que impartieran la asignatura de Ciencias I (énfasis en Biología) por segunda ocasión, lo cual implicaría un grado básico de familiaridad con el nuevo programa de estudios. Cabe señalar que la elegibilidad de los profesores se basó en el criterio de conveniencia metodológica (Patton, 1990), que consiste en solicitar voluntariamente la participación de personas que cumplieran con las características arriba citadas.

Cabe señalar que tres de los cinco maestros invitados inicialmente mencionaron que su escuela fue elegida como piloto del nuevo plan de estudios de estudios de educación secundaria, implementado a partir del ciclo escolar 2006-2007.

Se documentaron en video seis sesiones de clase para cada uno de los cinco profesores invitados. Posteriormente se realizó una descripción de las acciones realizadas por cada profesor en el aula para cada sesión de clases, esto sirvió como punto de partida para identificar posteriormente en el video qué profesores tenían más episodios de verbalización. Además se aplicó un cuestionario (ver anexo A) con la finalidad de obtener información que ayudara a contextualizar el trabajo de los docentes frente a grupo.

Al revisar las descripciones de los videos se identificó que un docente en particular presentaba frecuentes e intensos episodios de verbalización, resultando idóneos para su estudio en términos de la conducta verbal observada. Por consiguiente se decidió retomar una sola serie de clases videograbadas para su análisis detallado en este proyecto de tesis.

El profesor, al que se ha convenido llamar Juan, para proteger su identidad, tiene un estilo conversacional muy singular para conducir su clase. También posee una gran capacidad para interactuar con sus estudiantes e involucrarlos en las discusiones llevadas a cabo en el aula. Además se mostró motivado a colaborar en el trabajo de investigación.

Juan es un profesor egresado de la Escuela Normal Superior en la especialidad de Biología, cuenta con diecisiete años de experiencia como docente de secundaria, quince de los cuales ha impartido clases de ciencias. Para el momento en que se realizaba el trabajo de investigación, el profesor comentó que cumpliría un par de años llevando el nuevo programa de Ciencias I, con énfasis en Biología.

Además, dijo que asiste con regularidad a los cursos de capacitación que ofrece la Secretaría de Educación (SEP) y que no había participado anteriormente en algún estudio como el documentado en este proyecto.

La escuela donde el profesor Juan presta sus servicios está ubicada en el Municipio de Guadalupe en el Estado de Nuevo León, es una zona con población de bajos ingresos. La escuela cuenta con salones equipados con pizarrón electrónico (en los grupos de primer año principalmente), cañón y una computadora con bocinas. En cuanto a la organización del tiempo, las sesiones de clase son de cuarenta minutos de duración.

Las características antes mencionadas resultaron ser las mejores para estudiar el “habla” del profesor en tanto recurso pedagógico para aproximar a sus estudiantes a las ideas científicas. Pues se piensa que es a través de las interacciones verbales que el docente introduce y elabora el conocimiento científico, lo hace disponible al grupo y apoya a los estudiantes en su posterior apropiación (Mortimer y Scott, 2003).

3.2.2 Videograbaciones y registros de audio

En esta sección se describen los aspectos relacionados con los registros de video y audio, elaborados para el caso bajo estudio.

La estrategia de recogida de datos estaba inspirada en una variante de la observación no participante (Lucca y Berríos, 2003; Flick, 2007), apoyada en el registro de video y audio.

La razón de hacer un registro de video obedecía al hecho de contar con un recurso que permitiera revisar y recrear las acciones llevadas a cabo en cada sesión de clase por parte del maestro y los alumnos, también ofrecía la posibilidad de recuperar modos semióticos (diferentes al lenguaje verbal) tales como gestos, expresiones y movimientos.

Adicionalmente al audio capturado en la videograbación, se utilizó un registro de audio de respaldo que permitió recuperar aquellos detalles importantes en el discurso del docente en las intervenciones con sus estudiantes que no pudieran aparecer en la videograbación. Una grabadora digital colocada ex profeso, la cual

estaba sujeta al cuello del maestro por medio de un sujetador para gafetes, sirvió para tal fin.

3.3 Análisis

3.3.1 Selección de episodios para análisis

El criterio que orientó la selección de los episodios para el análisis, se describe en seguida en este apartado.

Conforme a la decisión de tomar una serie de clases videograbadas provenientes de un solo docente, para la identificación y posterior selección de los episodios que serían analizados, se partió de las descripciones hechas para cada una de las cuatro sesiones. El objetivo era ubicar aquellos segmentos de video donde estuviera implícito un patrón temático (Lemke, 1997), relacionado con el contenido científico presente en las clases de Ciencias I (énfasis en Biología).

Se identificaron tres episodios para cada una de las cuatro sesiones de clase con las cuales posteriormente se trabajó en el análisis, estableciéndose una serie de doce episodios inicialmente, los cuales fueron identificados con un título ad hoc, de acuerdo a la temática referida en cada uno. Posteriormente, se hizo la transcripción correspondiente a cada uno los doce episodios que integran la colección.

Finalmente se tomó la decisión de trabajar con ocho episodios, debido a que algunos de los episodios propuestos inicialmente se apartaban del patrón temático y se centraban en el mantenimiento de la disciplina o de gestión de la clase.

3.3.2 Transcripción de episodios para análisis

Las acciones llevadas a cabo para elaborar la transcripción de los episodios se detallan en este apartado. Para la estructuración del contenido de las transcripciones de los episodios se tomaron en cuenta las ideas de Lemke (1998).

En primer lugar se reproducía el video en la sección identificada previamente y se escribía a mano una primera versión de las interacciones registradas y se corroboraba con el registro de audio.

Posteriormente se revisaba el borrador de la transcripción y se volvía a “correr” el segmento de video para recuperar aquellos elementos no verbales (gestos, lenguaje no verbal, etc.) de la interacción para enriquecer el registro y que posteriormente ayudarían a entender el sentido del episodio. Luego se escribía la versión corregida.

Una vez realizada la versión en papel, se volvía a revisar de manera exhaustiva y cuidadosa, comparando con el registro de video y audio correspondiente, buscando filtrar omisiones o errores en los diálogos transcritos.

Por último, se agregó una descripción de las acciones realizadas a lo largo del episodio a manera de introducción, procurando recuperar los elementos contextuales. En cada una de estas unidades se detalló de manera sucinta el trabajo del maestro al interactuar con sus alumnos, siendo el referente empírico base de esta investigación y punto de partida para el análisis de datos y la discusión de hallazgos.

Notación usada en las transcripciones

La notación utilizada a lo largo de las transcripciones se detalla en seguida.

...	Indica una pausa antes de continuar hablando en el mismo turno de habla o en el siguiente.
(<i>it</i>)	Comentarios del transcriptor, generalmente observaciones sobre el contexto de habla.
“ ”	Indica que un(a) alumno(a) lee el texto directamente de una fuente escrita (e.g. una diapositiva, un libro, etc.).
<u>texto</u>	Se usa para enfatizar algo relevante desde el punto de vista del análisis.
«»	Sustituyen a las comillas dobles usadas para denotar un significado alterno.
Alumno 1. Alumno 2	Indica el orden de intervención y en cada episodio se reinicia la numeración.

Tabla 3.1 Notación

Esta notación especializada se desarrolló tomando como base las notaciones propuestas por los trabajos de Candela (1999) y Guerra (2005). Los cuales sirvieron de ejemplo para determinar cómo serían incluidos los elementos contextuales (e.g. pausas, comentarios del transcriptor, citas, etc.) necesarios para describir mejor cada episodio presentado.

3.3.3 Análisis del discurso docente

En este apartado se describe cómo se llevó a cabo el análisis del discurso docente, tomando como principal referente el marco analítico propuesto por Mortimer y Scott (2003).

Al inicio de cada episodio se plantea una breve descripción de los eventos referidos en él. Posteriormente se expone el patrón temático que permitió la identificación y selección del mismo.

Después se muestra la transcripción completa del episodio. A continuación se da una detallada relación de las acciones llevadas a cabo por el docente en la interacción con sus estudiantes, incorporando en este punto, elementos de las perspectivas teóricas del análisis del discurso del docente y las cuáles fueron descritas ampliamente en el capítulo anterior.

Finalmente se hace una recapitulación de los aspectos más relevantes en el análisis de cada una de los episodios presentados, los cuales se retoman en el curso del desarrollo del capítulo de discusión final e implicaciones.

A fin de relacionar un episodio con una determinada categoría o subcategoría del marco analítico propuesto por Mortimer y Scott (2003), se partió de una revisión sistemática y exhaustiva de cada una de ellas, seleccionando posteriormente aquel episodio que fuera el mejor ejemplo de esa categoría o subcategoría, procurando no forzar las coincidencias. De esta manera se obtuvieron los ocho episodios que componen el capítulo de análisis.

Con relación al análisis este no sólo se limita a describir los episodios en términos del marco analítico propuesto, sino que se incorporan otros elementos de las perspectivas que analizan el discurso del profesor para describir mejor las acciones del maestro (en términos de la conducta verbal observada) en un episodio de la lección de ciencias.

La utilidad del marco analítico radica en el hecho de que apoya una descripción más rica y completa de los eventos documentados en cada episodio. Una descripción de un caso que permite “explicar la competencia de la gente para darle sentido a su vida social en un contexto cultural definido” (Candela, 1999: 243).

En suma, el marco analítico constituye un marco de referencia para el análisis, puesto que se está construyendo una interpretación de los eventos registrados en cada episodio. En otras palabras, se trata de hacer visible lo invisible, lo cotidiano; de iluminar esos espacios de interacción en el plano social de las aulas de ciencias, que contruidos en el día a día, dan cuenta del trabajo del profesor con las ideas y

permiten a los estudiantes aprender una manera de mirar, de pensar y de hablar sobre el mundo y sus fenómenos, la ciencia.

Capítulo 4. Caracterizando el habla de un docente de ciencias

4.1 Contextualización de las lecciones analizadas

En este apartado se presenta una descripción general de las lecciones videograbadas para los fines del presente trabajo de investigación y de las cuales provienen los episodios analizados. También se explica cómo se organiza el análisis y qué episodios fueron retomados.

Las cuatro lecciones impartidas por el profesor se ubican dentro del bloque III del contenido temático propuesto en el programa de estudios vigente⁸, en este caso para la asignatura de Ciencias I (énfasis en Biología).

Para dar contexto en la siguiente tabla se indica el contenido del programa de estudios y se desglosa el bloque III al cual corresponden las lecciones documentadas.

Tabla 4.1 Organización del programa de Ciencias I

Ciencias I				
Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Bloque V
La Biodiversidad	La Nutrición	La Respiración	La Reproducción	Salud, ambiente y calidad de vida
		1. RESPIRACIÓN Y CUIDADO DE LA SALUD 1.1 Relación entre la respiración y la nutrición 1.2 Prevención de las enfermedades más comunes 1.3 Análisis de los riesgos personales y sociales del tabaquismo 2. LA RESPIRACIÓN DE LOS SERES VIVOS: DIVERSIDAD Y ADAPTACIÓN 2.1 Comparación de distintas estructuras respiratorias en los seres vivos 2.2 Comparación entre la respiración aerobia y anaerobia 2.3 Relación de los procesos de respiración y fotosíntesis con el ciclo del carbono 2.4 Análisis de las causas y algunas consecuencias de la contaminación de la atmósfera: incremento del efecto invernadero y del calentamiento global 3. TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD 3.1 Análisis de los avances tecnológicos en el tratamiento de las enfermedades respiratorias 4. PROYECTO		

⁸ SEP (2006), Plan de estudios 2006, Programas de Ciencias I, II y III, México, SEP.

Las cuatro lecciones documentadas en video pertenecen al subtema 2.4 del bloque III, en donde se analizan las causas y consecuencias de la contaminación de la atmósfera.

Anteriormente y como parte del mismo bloque III, el profesor trabajó el tema 1 (subtemas 1.1, 1.2 y 1.3) la primera parte del tema 2 (secciones 2.1, 2.2 y 2.3). Para el tema 1 los subtemas tratan entre otras cosas, la relación entre la respiración y la nutrición, la prevención de las enfermedades respiratorias más comunes y el análisis de los riesgos personales y sociales del tabaquismo. En cuanto al tema 2 se abordaron, la comparación de las distintas estructuras respiratorias en los seres vivos, la comparación entre la respiración aerobia y anaerobia y la relación de los procesos de respiración y fotosíntesis con el ciclo del carbono.

Además de situar las lecciones en el contexto del programa, también es necesario indicar a continuación el contexto de las lecciones en relación con el libro de texto⁹. Dado que el libro de texto es un material usado por los maestros, la organización de las actividades que se realizaron tuvo como marco la temática presentada en el subtema 2.2 (tabla 4.1) y referidas como: “Causas y consecuencias de la contaminación de atmósfera”, “El efecto invernadero y el calentamiento global”, “El ozono, ¿bueno o malo?”, “Lluvia ácida” y “¿Qué podemos hacer por nuestro planeta?”. Los temas aparecen en las páginas 188 -193 del libro citado.

Ahora bien, reconociendo la importancia de cada sección del libro de texto para el desarrollo de las lecciones, en seguida se ofrece una breve recapitulación de su contenido.

La primera sección identificada como “Causas y consecuencias de la contaminación de la atmósfera”, presenta a las actividades humanas como la causa de los problemas ambientales y el deterioro de los ecosistemas. El texto explica que la contaminación derivada de los desechos arrojados a la atmósfera terrestre producto de la actividad industrial ha dañado diversas formas de vida. También, que el problema de la contaminación se agravó a partir del surgimiento de la Revolución Industrial y con el uso desmedido de combustibles fósiles (el petróleo y sus derivados), lo mismo que el carbón mineral y el gas natural. Igualmente menciona que el consumo de los combustibles fósiles se ha incrementado debido al empleo de vehículos automotores en el transporte y al funcionamiento de las centrales generadoras de energía eléctrica.

⁹ El libro de texto que utilizó el profesor Juan con sus alumnos fue Biología, Ciencias I de la autora Ana Barahona, publicado por la editorial Castillo.

En la siguiente sección titulada “El efecto invernadero y el calentamiento global”, el libro explica que los productos de la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón mineral y gas natural) han ocasionado el calentamiento global del planeta. Igualmente describe cómo se produce el efecto invernadero.

Para la sección identificada como “El ozono, ¿bueno o malo?”, el libro de texto aborda entre otros puntos que el ozono puede tener efectos positivos. Al ubicarse en la alta atmósfera funciona como una especie de barrera protectora que filtra los rayos ultravioleta (UV) provenientes de sol, los cuales al incidir sobre la piel, destruyen los componentes celulares provocando daños severos a los seres vivos. También explica que los clorofluorocarbonos (CFC’S) descomponen el ozono (O₃). Este proceso, acentúa la disminución de la concentración de éste gas y en consecuencia origina la aparición de agujeros en la capa que forma en la alta atmósfera (entre los 15 y 20 Km).

En la sección llamada “Lluvia ácida” el libro explica cómo se produce el fenómeno de la lluvia ácida. El texto expone que el dióxido de azufre y el óxido de nitrógeno al combinarse con el vapor de agua presente en la atmósfera producen disoluciones de ácidos sulfúrico y nítrico. También que estas sustancias presentes en las nubes viajan a grandes distancias precipitándose en forma de lluvia, dañando árboles, plantas, y contaminando los lagos y ríos. Además dice que este fenómeno se presenta en las regiones cercanas a las zonas industriales, acentuándose en el centro y el norte de Europa.

Finalmente, la sección titulada “¿Qué podemos hacer por nuestro planeta?” explica que la contaminación de la atmósfera ha estado presente en el curso de la historia de la humanidad, desde que ésta descubrió el fuego. El fuego le sirvió al ser humano como fuente de luz y para cocinar sus alimentos. Además se invita a la reflexión sobre los efectos que la contaminación ha provocado sobre el medio ambiente, para pensar y actuar de una manera diferente procurando su protección con el apoyo de la tecnología.

Cada una de las secciones reseñadas líneas arriba, representan el repertorio temático disponible en el libro de texto que se convierte en material para la elaboración de significados en el aula. Así, el contenido temático del libro de texto se reinterpreta, negocia o cuestiona en las interacciones entre el profesor y sus estudiantes.

El contenido del libro de texto se hace presente a través de los intercambios verbales entre los participantes. Los intercambios verbales dan cuenta de la manera en cómo el profesor organiza el “habla” en las aulas de ciencias, primeramente para

hacer disponibles las ideas científicas a todos los estudiantes y posteriormente para apoyarlos en su apropiación.

A continuación se hace una síntesis de las actividades de las cuatro lecciones videograbadas, desde el punto de vista de la participación del profesor, dejando propositivamente de lado muchos otros aspectos de las lecciones, entre los que se pueden considerar aquellas relacionadas con la disciplina y la organización de las actividades dentro del aula.

La selección de los episodios analizados en esta sección se apoyó en la identificación de aquellos fragmentos de video en dónde el profesor tenía más intercambios verbales con los estudiantes y se trabajaba sobre un patrón temático en particular.

La dinámica propuesta por el maestro para las clases consistió en exposiciones orales de los temas mencionados por parte de los alumnos, organizados en equipos. Para este fin los estudiantes prepararon presentaciones en Power Point y las proyectaron en un pizarrón electrónico usado como pantalla. Es importante señalar que algunas lecciones el maestro Juan presentó la clase, debido a que se dieron fallas en el equipo de cómputo disponible en el aula.

En la tabla 4.2 se resaltan aquellos episodios que fueron retomados para su análisis más detallado. Cabe señalar que no se seleccionaron episodios para la lección 4, la razón es que las lecciones anteriores presentaban mayor riqueza en cuanto a las interacciones verbales entre el maestro Juan y sus estudiantes.

Hasta este punto se ha hecho una descripción del contexto en el que se ubican las lecciones videograbadas y de las cuales provienen los episodios analizados. En las secciones siguientes se presenta el análisis de los episodios seleccionados, los números indican el orden de presentación en este trabajo y el orden cronológico en el que ocurrieron los episodios.

Tabla 4.2 Resumen de lecciones

<p>Lección 1 El maestro empieza la clase señalando la página del libro de texto donde se encuentra la lección. Habla sobre las causas del calentamiento global. Pregunta a los alumnos por los lugares donde se queman combustibles fósiles. Pregunta a los alumnos qué está provocando del calentamiento global. Pregunta a los estudiantes cuáles son las actividades humanas que están contaminando el medio ambiente. Pregunta a los estudiantes cuáles son las sustancias que las fábricas arrojan a la atmósfera. Pregunta a la clase como se lleva a cabo el efecto invernadero. Explora las ideas de los estudiantes sobre el calentamiento y el efecto invernadero y pide argumentos. Pregunta a la clase sobre la forma de combatir el calentamiento global. Comenta los beneficios de la reforestación y las campañas impulsadas por los medios de comunicación Señala la necesidad de tomar conciencia de los problemas ambientales para evitar el deterioro del medio ambiente. Hace un resumen de la clase e indica la tarea: hacer trípticos, carteles, etc., para informar a la comunidad sobre el calentamiento global y el efecto invernadero.</p>	<p>Episodio uno: ¿Qué está provocando este tipo de problemas?</p>
<p>Lección 2 El maestro comienza la clase con el pase de lista. Invita al equipo expositor que pase al frente y comience su presentación. Pregunta a la clase si el ozono es bueno o malo. Explica que el ozono ofrece protección contra los rayos ultravioleta provenientes del sol. Parafrasea y extiende la información presentada por los alumnos sobre las características físicas y químicas del ozono. Pregunta a la clase qué pasaría si no existiera la capa de ozono. Solicita a la clase una explicación sobre cómo disminuye la concentración del ozono. Explica que los clorofluorocarbonos (CFC'S) contribuyen al adelgazamiento de la capa de ozono. Pregunta a los alumnos en que productos se encuentran presentes los clorofluorocarbonos. Menciona el trabajo del Dr. Mario Molina, quien explicó cómo se deteriora la capa de ozono. Pregunta al grupo qué medidas deben adoptarse para no dañar la capa de ozono. Pide al equipo expositor sus conclusiones.</p>	<p>Episodio dos: ¿Cómo se lleva a cabo el efecto invernadero?</p>
<p>Lección 3 El maestro decide dar la clase en lugar de la presentación de un equipo, debido a fallas en la computadora. Revisa las ideas de los alumnos sobre la lluvia ácida. Pregunta a la clase cuáles son los contaminantes presentes en la lluvia ácida. Recapitula sobre la lluvia ácida y sus efectos. Hace un resumen de los problemas que origina el calentamiento global. Interroga a los alumnos por algunas alternativas para combatir el calentamiento global. Pregunta a los alumnos si tienen dudas y da por terminada la clase.</p>	<p>Episodio tres: ¿Es mejor el efecto invernadero que el calentamiento global?</p>
<p>Lección 4 El maestro inicia la clase con el pase de lista. Indica al equipo expositor que comience con su presentación. Pregunta al equipo expositor qué productos emiten óxidos de nitrógeno y de azufre. Pregunta a la clase qué acciones se pueden tomar para resolver los problemas originados por la lluvia ácida y el calentamiento global. Menciona algunos ejemplos de acciones tales como no quemar basura o utilizar convertidores catalíticos en los automóviles. Enfatiza la toma de conciencia y la responsabilidad de los seres humanos para evitar el daño al medio ambiente. Pide a la clase que muestren sus carteles alusivos al calentamiento global. Lee el contenido de algunos carteles y da por terminada la clase.</p>	<p>Episodio cuatro: El ozono es una molécula</p>
<p>Lección 4 El maestro inicia la clase con el pase de lista. Indica al equipo expositor que comience con su presentación. Pregunta al equipo expositor qué productos emiten óxidos de nitrógeno y de azufre. Pregunta a la clase qué acciones se pueden tomar para resolver los problemas originados por la lluvia ácida y el calentamiento global. Menciona algunos ejemplos de acciones tales como no quemar basura o utilizar convertidores catalíticos en los automóviles. Enfatiza la toma de conciencia y la responsabilidad de los seres humanos para evitar el daño al medio ambiente. Pide a la clase que muestren sus carteles alusivos al calentamiento global. Lee el contenido de algunos carteles y da por terminada la clase.</p>	<p>Episodio cinco: Los clorofluorocarbonos</p>
<p>Lección 4 El maestro inicia la clase con el pase de lista. Indica al equipo expositor que comience con su presentación. Pregunta al equipo expositor qué productos emiten óxidos de nitrógeno y de azufre. Pregunta a la clase qué acciones se pueden tomar para resolver los problemas originados por la lluvia ácida y el calentamiento global. Menciona algunos ejemplos de acciones tales como no quemar basura o utilizar convertidores catalíticos en los automóviles. Enfatiza la toma de conciencia y la responsabilidad de los seres humanos para evitar el daño al medio ambiente. Pide a la clase que muestren sus carteles alusivos al calentamiento global. Lee el contenido de algunos carteles y da por terminada la clase.</p>	<p>Episodio seis: La lluvia ácida</p>
<p>Lección 4 El maestro inicia la clase con el pase de lista. Indica al equipo expositor que comience con su presentación. Pregunta al equipo expositor qué productos emiten óxidos de nitrógeno y de azufre. Pregunta a la clase qué acciones se pueden tomar para resolver los problemas originados por la lluvia ácida y el calentamiento global. Menciona algunos ejemplos de acciones tales como no quemar basura o utilizar convertidores catalíticos en los automóviles. Enfatiza la toma de conciencia y la responsabilidad de los seres humanos para evitar el daño al medio ambiente. Pide a la clase que muestren sus carteles alusivos al calentamiento global. Lee el contenido de algunos carteles y da por terminada la clase.</p>	<p>Episodio siete: Los contaminantes para que ocurra la lluvia ácida</p>
<p>Lección 4 El maestro inicia la clase con el pase de lista. Indica al equipo expositor que comience con su presentación. Pregunta al equipo expositor qué productos emiten óxidos de nitrógeno y de azufre. Pregunta a la clase qué acciones se pueden tomar para resolver los problemas originados por la lluvia ácida y el calentamiento global. Menciona algunos ejemplos de acciones tales como no quemar basura o utilizar convertidores catalíticos en los automóviles. Enfatiza la toma de conciencia y la responsabilidad de los seres humanos para evitar el daño al medio ambiente. Pide a la clase que muestren sus carteles alusivos al calentamiento global. Lee el contenido de algunos carteles y da por terminada la clase.</p>	<p>Episodio ocho: Si a alguna persona le cae esa lluvia ácida...</p>

4.2 Episodio uno. ¿Qué está provocando este tipo de problemas?

Antes de esta clase, el maestro había pedido a los alumnos que leyeran el tema del efecto invernadero y el calentamiento global referido en su libro de texto de Biología¹⁰.

Previo al episodio que se analiza en seguida, el maestro hizo algunas observaciones al equipo que iba a presentar el tema, haciendo hincapié en verificar el buen funcionamiento del equipo de cómputo y del cañón.

En este episodio el maestro cuestiona a los alumnos sobre la causa posible del calentamiento global y el efecto invernadero. La respuesta de uno de sus estudiantes propone a las actividades humanas como la fuente principal de estos fenómenos.

El patrón de interacción identificado en este episodio propone que las actividades humanas producen contaminación. La contaminación contribuye al efecto invernadero y el efecto invernadero produce el calentamiento global.

La transcripción completa del episodio se presenta a continuación.

1. Maestro: Entonces vamos a entrar a lo que viene siendo el tema. ¿Qué es lo que está provocando este tipo de problemas? Jóvenes, señoritas, ¿qué lo está provocando?, ¿qué creen ustedes que esté provocando este tipo de problemas? Vamos a lo que es el calentamiento global y el efecto invernadero.
2. Alumno 1: Profe...
3. Alumna 1: Las actividades humanas.
4. Maestro: Primero que nada.
5. Alumna 1: Las actividades humanas.
6. Maestro: Las actividades humanas es lo que está provocando este tipo de problemas, ¿de qué manera?
7. Alumno 1: La contaminación, la contaminación de algunos lugares y el efecto invernadero son los que están provocando eso.
8. Maestro: Pero, el hombre la está provocando, ¿verdad?
9. Alumno 1: En la película, en la película "El día después de mañana" decía que ahí estaba alterando el clima.

¹⁰ Barahona, Ana (2006) Biología Ciencias 1, Castillo, México. pp. 188 -193.

10. Maestro: Y a la mejor, probablemente dentro de unos años o varios o muchos años, no sé 20 o 30 años, no sé cuántos años, pueda suceder lo que está diciendo su compañero. Pero, a ver, ¿qué otra cosa quiere opinar?
11. Alumno 1: Que si la capa de ozono también produce la lluvia ácida.
12. Maestro: Bueno. Vamos a terminar lo que es esto, vamos a analizarlos, más que nada a grandes rasgos. Yo creo que casi ya todo lo abordamos aquí, nada más vamos organizando, ¿sí? O sea, ustedes me dicen que son por actividades, por las actividades humanas, casi por lo regular lo que ha hecho que se contamine nuestro ambiente o nuestra atmósfera. Pero, ¿cuáles son esas actividades?, jóvenes, ¿qué realizan?
13. Alumna 2: La... la industria.
14. Maestro: La industria, el crecimiento industrial.
15. Alumna 2: La ganadería. Profe... la ganadería decía ahí también (*haciendo referencia al contenido del libro de texto*).
16. Maestro: La ganadería. Pero, ¿de qué manera creen ustedes que la ganadería puede afectar?
17. Alumna 2: Matando animales.
18. Alumna 3: Cuando, cuando se descompone un cuerpo.
19. Alumno 1: En la ganadería y en la agricultura puede afectar, en los fertilizantes que se le meten a la Tierra y se va haciendo la Tierra fea. Se va pudriendo, se va haciendo fea la Tierra y el ganado se muere y algún animal o algo no se descompone en un tiempo y se contamina.
20. Maestro: Bueno. Acuérdense que cuando vimos el ciclo del carbón, cuando, cuando un, ser vivo muere, todas, ahí entran lo que viene siendo las bacterias a descomponer ese organismo y el resto se queda en la tierra pero es benéfico, ¿sí? Es benéfico. Eso sí es benéfico.
21. Alumna 2: Profe. Se forma el petróleo, ¿verdad?
22. Maestro: Entonces, muy bien. No, no míjale lo que pasa eso, eso es nada más acuérdense que son restos de carbono. Somos orgánicos, somos unos organismos orgánicos, ¿sí? Somos orgánicos y por lo tanto eso se queda, lo que estamos, nosotros estamos en base a carbón, ¿sí? El carbón es la base de nosotros y ese es el que se queda fijo también en lo que viene siendo el (*señalando con ambas manos hacia el suelo*), y son benéficos para lo que viene siendo la Tierra.

A lo largo del desarrollo del episodio, al parecer el maestro pretende que los alumnos establezcan ciertas asociaciones: las actividades humanas producen contaminación, la contaminación contribuye al efecto invernadero y el efecto invernadero produce el calentamiento global.

El maestro comienza la discusión llamando la atención de la clase sobre el tema del efecto invernadero y el calentamiento global. En seguida interroga a los alumnos sobre las causas de estos fenómenos (turno 1).

1. Maestro: Entonces vamos a entrar a lo que viene siendo el tema. ¿Qué es lo que está provocando este tipo de problemas? Jóvenes, señoritas, ¿qué lo está provocando?, ¿qué creen ustedes que esté provocando este tipo de problemas? Vamos a lo que es el calentamiento global y el efecto invernadero.
2. Alumno 1: Profe...
3. Alumna 1: Las actividades humanas.

Dos alumnos responden a la formulación del maestro (turnos 2 y 3), siendo la alumna 1 la que da la respuesta que después el maestro ratifica. Al parecer la respuesta de esta alumna se basa en una frase del contenido del libro de texto, "las actividades humanas han ocasionado serios problemas ambientales al interferir en el funcionamiento de los ecosistemas" (Barahona, 2006: 188)¹¹.

Probablemente el propósito del docente sea rescatar a través de los alumnos el contenido del libro de texto respecto al tema del calentamiento global y el efecto invernadero, para lo cual formula una serie de preguntas a manera de guiar las respuestas de los alumnos en este sentido.

En la siguiente intervención (turno 4) el maestro pide que los alumnos distingan en sus respuestas la principal causa a la que hace referencia el libro de texto. En este sentido, la respuesta de la alumna 1 (turno 5) satisface esta demanda, la cual se evalúa como correcta.

4. Maestro: Primero que nada.
5. Alumna 1: Las actividades humanas.

¹¹ El tema en el libro de texto al que se hace referencia aparece bajo el título: Causas y consecuencias de la contaminación de la atmósfera, pp. 188-193.

A continuación, pide que precisen la forma en que las actividades humanas intervienen en los fenómenos arriba mencionados.

La respuesta del alumno 1 (turno 7) “La contaminación, la contaminación de algunos lugares...”, marca la pauta para que el maestro en la siguiente intervención agregue que está es causada por el hombre. Al final, busca el consenso de la clase con relación a ésta idea (turno 8).

6. Maestro: Las actividades humanas es lo que está provocando este tipo de problemas, ¿de qué manera?
7. Alumno 1: La contaminación, la contaminación de algunos lugares... (inaudible).
8. Maestro: Pero, el hombre la está provocando, ¿verdad?

En las siguientes intervenciones un alumno hace referencia a la película «El día después de mañana», en su comentario menciona que en ella se hacía alusión al cambio climático. El maestro sólo se limita a decir que es posible que suceda eso que él dice, pero no en un futuro cercano (turnos 9 y 10).

Aquí es importante resaltar cómo la información proveniente de otras fuentes (radio, televisión, cine, Internet, etc.) es incorporada por los estudiantes. Esta información es puesta en el plano social del aula como una forma de apoyar los argumentos que ellos elaboran en sus interacciones con el maestro.

En este punto del episodio, al parecer el maestro ha comprobado que los alumnos ya utilizan algunas de las ideas centrales del tema. En seguida empieza a organizar las intervenciones de los alumnos a manera de recapitulación.

Así, al declarar “[...] ustedes me dicen que son por actividades, por las actividades humanas, casi por lo regular lo que ha hecho que se contamine nuestro ambiente o nuestra atmósfera.”, el maestro reconoce éste idea como proveniente de las opiniones ofrecidas por los estudiantes. No obstante, se insiste en que ellos mencionen cuáles son esas actividades (turno 12).

Entre las respuestas ofrecidas en atención a la solicitud del maestro, los alumnos proponen la industria y la ganadería (turnos 13, 15 y 19).

Ahora bien, cuando en la intervención de la alumna (turno15) se introduce en la discusión a la ganadería como otra de las actividades que contribuyen a la contaminación de la atmósfera, el docente no la acepta pues cuestiona que sea porque los animales muertos contaminan (turno 16).

De las respuestas dadas por los estudiantes destaca la idea de la descomposición de los cuerpos (turno 18), pero esta idea es trabajada más en el comentario ofrecido por el alumno 1 en la siguiente intervención (turno 19).

El planteamiento del alumno 1 es muy interesante. Al parecer, él relaciona los fertilizantes que se aplican a la Tierra con los efectos de la degradación de los suelos, y asume que al morir el ganado o algún otro animal se contamine el suelo.

Para el siguiente turno se nota que el maestro considera la opinión del estudiante como no válida, por consiguiente él trae a la discusión algunos aspectos revisados en otras sesiones de clase, sobre el ciclo del carbono. Central en esta intervención es la mención de las bacterias presentes en la descomposición de los organismos y que su función no es contaminante.

20. Maestro: Bueno. Acuérdense que cuando vimos el ciclo del carbón, cuando, cuando un, eh, ser vivo muere, todas, ahí entran lo que viene siendo las bacterias a descomponer ese organismo y todos los, el resto se queda en la tierra pero es benéfico, ¿sí? Es benéfico. Eso sí es benéfico.

Aunque en seguida aparece el comentario de una alumna relacionando éste proceso con la formación de petróleo (turno 21), el maestro rechaza esta observación posiblemente por desviarse de la discusión original y centra su atención en establecer que las actividades humanas son el origen del calentamiento global y el efecto invernadero.

22. Maestro: Entonces, muy bien. No, no míjale lo que pasa eso, eso es nada más acuérdense que son restos de carbono. Somos orgánicos, somos unos organismos orgánicos, ¿sí? Somos orgánicos y por lo tanto eso se queda, lo que estamos, nosotros estamos en base a carbón, ¿sí? El carbón es la base de nosotros y ese es el que se queda fijo también en lo que viene siendo el (*señalando con ambas manos hacia el suelo*), y son benéficos para lo que viene siendo la Tierra.

En este episodio se advierte la forma en cómo el profesor reconstruye una serie de ideas y orienta a los estudiantes para que las reelaboren. El propósito de la enseñanza identificado aquí es guiar a los estudiantes a pensar con las ideas científicas.

De acuerdo con Mortimer y Scott (2003) el centro de la actividad está en brindar a los estudiantes la oportunidad para hablar y pensar sobre los nuevos

contenidos científicos ya sea de manera individual o en grupos y simultáneamente apoyar a los estudiantes en el sentido de integrar esos contenidos.

Se sigue entonces que el objetivo del maestro es ese, que los alumnos vayan integrando en sus comentarios las ideas científicas relacionadas con el tema en discusión. Es decir, el maestro procura que los estudiantes en su discurso vayan incorporando aquellos aspectos que desde el punto de vista de la ciencia escolar son relevantes para la explicación de un fenómeno, en este caso los “problemas” ambientales: el efecto invernadero y el calentamiento global

En este episodio, se observa que el maestro hace un notable esfuerzo para que los alumnos en la clase hablen más acerca del tema. Para ello formula una serie de preguntas con la intención de verificar si los alumnos han realizado y comprendido la lectura del tema sobre el efecto invernadero y el calentamiento global.

Otro aspecto importante es la reelaboración del material revisado por parte de los alumnos. Cuando los alumnos responden a los cuestionamientos del maestro retoman algunos elementos presentes en la lección propuesta en el libro de texto (turno 13). Pero también ocurre que llevan a la discusión otros elementos (turno 15), que aunque no están en el contenido de la lección, sirven para articular el discurso en el curso de las interacciones con sus pares o el maestro. Luego entonces, la interpretación que hacen los estudiantes de la información presente en el libro de texto, constituye un importante referente para elaborar el discurso en el aula de ciencias (Rockwell, 1994).

Por otra parte, en el curso de las intervenciones se advierte cómo el maestro a través del «habla» va conduciendo los comentarios de los alumnos sobre el asunto central en la discusión. Conforme transcurre el episodio, el nivel de implicación demandado en cada intervención trata de poner primeramente en perspectiva los asuntos o temas que se están revisando (turno 1), en este caso el calentamiento global y el efecto invernadero.

Esta forma de conducir el trabajo con los estudiantes es una característica distintiva de éste profesor. Él permite a los estudiantes que hablen en clase, lo cual es fundamental en términos del tipo de propósito representado en este episodio, a saber, guiar a los estudiantes a pensar con las ideas científicas, y lo logra pidiéndoles a los estudiantes que precisen, que den ejemplos y argumenten sobre lo que plantean.

En este sentido, resulta relevante que los estudiantes cuenten con la guía del profesor, porque la oportunidad para hablar de los fenómenos de la naturaleza, desde una postura diferente a su experiencia cotidiana se da precisamente en el plano social de las aulas de ciencias (Mortimer y Scott, 2003). Y esto se logra en parte,

recuperando aspectos de su conocimiento extraescolar el cual se resignifica y soporta la necesidad de elaborar sus argumentos durante las interacciones con el maestro o con sus pares (Candela, 2006b).

A lo largo de este episodio se observa cómo un determinado propósito de la enseñanza, como es guiar a los estudiantes a pensar con las ideas científicas, enmarca las acciones emprendidas por el docente y da pie a una serie de intercambios verbales. En estos intercambios se hace patente la guía del profesor para que los estudiantes tengan la oportunidad de hablar y pensar sobre contenido científico que está siendo presentado.

Cuando los alumnos hablan acerca de las ideas que desde el punto de vista de la ciencia escolar están circulando en el plano social del aula, se apoya la construcción de sentido del contenido científico implícito en ellas, facilitando con esto su posterior internalización.

En otras palabras, la guía y el soporte que ofrece el maestro de ciencias por medio del habla, es crucial para el desarrollo de la «narración científica». De esta manera se ofrecen a los estudiantes las oportunidades para hablar de los temas y asuntos que se abordan en el curso de una lección de ciencias (Mortimer y Scott, 2003). Al mismo tiempo se provee el espacio para que ellos vayan incorporando en su discurso las palabras y frases que desde una perspectiva científica dan cuenta de los fenómenos de la naturaleza (Candela, 1999).

Finalmente acompañando el proceso de construir explicaciones, el profesor de ciencias no solo gestiona las actividades sino que sirve “como una guía hacia mundos mentales que son nuevos para los estudiantes y que alguna vez fueron totalmente nuevos para la humanidad” (Sutton, 2003:21).

4.3 Episodio dos. ¿Cómo se lleva a cabo el efecto invernadero?

Antes de este episodio el maestro y los alumnos durante el desarrollo de la clase hablaron del origen del calentamiento global. La atención se centró en las sustancias que emiten las fábricas a la atmósfera (óxido nitroso, dióxido de azufre y bióxido de carbono) y que de alguna forma contribuyen a la manifestación del calentamiento global.

El episodio se desarrolla en torno a la pregunta propuesta por el maestro: ¿cómo se lleva a cabo el efecto invernadero?

Al comenzar con esta pregunta el maestro probablemente esperaba que los alumnos hicieran alusión a los gases de efecto invernadero como los agentes causantes de éste fenómeno atmosférico. Al parecer, en este momento de la lección el maestro pretende recuperar la información que se supone que ya poseen los alumnos (de la lectura previa encargada sobre el tema del calentamiento global y el efecto invernadero), esto es, que enumeren los gases que producen el efecto invernadero.

La información que ofrece el libro de texto se reproduce enseguida:

La quema cotidiana de combustibles fósiles ha ocasionado el calentamiento global del planeta debido al llamado efecto invernadero. La quema de combustibles fósiles libera enormes cantidades de CO₂ a la atmósfera, y altera el ciclo normal del carbono, ya que esta cantidad de carbono no figuraba en las condiciones dentro de las cuales la vida ha evolucionado y se ha adaptado.

Este CO₂ así como otros gases denominados de invernadero -monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), vapor de agua (H₂O), óxido nitroso (NO₂), ozono (O₃) y clorofluorocarbonos (CFC)- se acumulan en la atmósfera, actuando como una capa reflectora que impide la salida del calor hacia el espacio exterior. Estos gases provocan un efecto parecido al de un invernadero cuyos vidrios o plástico impiden la salida del calor (Barahona, 2006: 189).

El patrón de interacción identificado en este episodio expone que el efecto invernadero se produce por la acción de gases presentes en la atmósfera como: el óxido nitroso, el dióxido de azufre, el bióxido de carbono, el metano y el vapor de agua.

La transcripción completa del episodio se presenta en seguida.

1. Maestro: ¿Cómo se lleva a cabo el efecto invernadero?, ¿cómo se lleva a cabo?

2. Alumna 1: Profe...
3. Maestro: ¿Cómo creen ustedes que se lleva a cabo el efecto invernadero?
4. Alumna 1: Los rayos del sol atraviesan primero la atmósfera.
5. Maestro: OK.
6. Alumna 1: Y luego parte de la radiación es retenida por los rayos del efecto invernadero.
7. Maestro: Pero, ¿quién provoca ese efecto invernadero?
8. Alumna 2: Si quemamos combustible, ¿no?, y si, no.
9. Maestro: Bueno, ya toda, ya se quemó, ya se están quemando combustibles, en donde usted vea, ¿sí? Se está quemando combustibles. Esos combustibles se van hacia la atmósfera, ¿sí? Ya están allá.
10. Alumna 2: Pero.
11. Maestro: Lo que dijo su compañera es que ellos provocan la entrada de los rayos del sol. ¿Pero qué es lo que sucede? *(el maestro hace un movimiento con ambas manos simulando la entrada de algo)*.
12. Alumna 2/ Alumna 3: No se pueden salir *(al mismo tiempo)*.
13. Maestro: Que el CO₂, ¿sí?, y algunos otros gases como viene siendo el, los óxidos de azufre y algunas otras sustancias, el metano, el vapor de agua. Todos esos gases hacen que no se regresen los rayos hacia la parte exterior, sino que se mantengan en lo que viene siendo en la atmósfera y es lo que provoca, ¿qué?
14. Alumnos (as): El calentamiento global.
15. Maestro: El calentamiento global *(con énfasis)*, muchachos. Se fijan, se fijan que calentamiento global y efecto invernadero son cosas diferentes, uno es provocado por el otro. OK. Entonces, ¿y qué será entonces calentamiento global?
16. Alumno 1: El calentamiento de todo el planeta y por eso se están derritiendo los polos.
17. Alumno 2: Los polos.
18. Maestro: Se están derritiendo los polos, ¿verdad?
19. Alumna 1: Profe... es el, el incremento de las temperaturas.
20. Maestro: El incremento de las temperaturas. Aunque dirán ustedes 3, 4 grados o 2 grados. Pero es demasiado, todo lo que es el planeta muchachos. Hay alteraciones climáticas también y lo estamos viviendo hoy en día.

En este episodio el maestro inicia su intervención formulando una pregunta: “¿Cómo se lleva a cabo el efecto invernadero?”, la cual, en seguida se replantea acortando la extensión del enunciado y haciendo énfasis en el cómo. Una alumna intenta responder, pero se queda sólo en solicitar el uso de la palabra.

- [INVITACIÓN] 1. Maestro: ¿Cómo se lleva a cabo el efecto invernadero?,
 ¿cómo se lleva a cabo?
 2. Alumna 1: Profe...

En el siguiente turno de habla, el maestro reelabora la pregunta planteada al inicio, pero ahora dirigiéndose a todo el grupo.

- [INVITACIÓN] 3. Maestro: ¿Cómo creen ustedes que se lleva a cabo el efecto
 invernadero?

Así la atención está puesta en el proceso mediante el cual se produce el fenómeno del efecto invernadero. En el siguiente turno de habla, la alumna 1 responde a la solicitud del maestro y su respuesta es evaluada como correcta (turno 4).

- [RESPUESTA] 4. Alumna 1: Los rayos del sol atraviesan primero la atmósfera.
[EVALUACIÓN] 5. Maestro: OK.

Las intervenciones referidas hasta aquí (turnos 3, 4 y 5) permiten identificar un patrón de diálogo triádico del tipo IRE (invitación-respuesta-evaluación). El maestro hace una pregunta, el alumno responde y ésta es evaluada como correcta.

El profesor recurre a este tipo de patrón de interacción con el propósito de establecer un solo punto de vista, que por lo general es el punto de vista de la ciencia escolar. Así, él posiblemente busque que los alumnos en sus respuestas ofrezcan elementos que den cuenta del fenómeno pero desde una postura más técnica, es decir, que ellos expliquen cómo se produce en función de los gases que intervienen y su denominación o nomenclatura química.

La alumna 1 continúa elaborando su respuesta, pero el maestro al parecer no reconoce en ella los elementos que provocan el efecto invernadero. Probablemente el cambio de la palabra «rayos» por «gases» es lo que haya motivado que el maestro no valide la respuesta de ella. Por eso en el siguiente turno de habla pide que se aclare qué es lo que provoca el efecto invernadero (turno 7).

[RESPUESTA] 6. Alumna 1: Y luego parte de la radiación es retenida por los rayos del efecto invernadero.

[INVITACIÓN] 7. Maestro: Pero, ¿quién provoca ese efecto invernadero?

A continuación la respuesta de la alumna 2, trae a la discusión la quema de combustibles, como una de las causas que provocan el fenómeno.

[RESPUESTA] 8. Alumna 2. Si quemamos combustible, ¿no?, y si no.

[EVALUACIÓN] 9. Maestro: Bueno, ya toda, ya se quemó, ya se están quemando combustibles, en donde usted vea, ¿sí? Se está quemando combustibles. Esos combustibles se van hacia la atmósfera, ¿sí? Ya están allá.

10. Alumna 2: Pero.

En la respuesta el maestro no encuentra una referencia directa a los gases de efecto invernadero, intenta indicar que acepta parcialmente su respuesta. A continuación le ofrece a la alumna una pista, intenta indicar la presencia de esos gases en la atmósfera como producto de la quema de los combustibles. La alumna al parecer no logra captar la intención de lo dicho por el maestro y en seguida expresa una especie de objeción, la cual no es tomada en cuenta por él (turno 10).

Otra vez se puede advertir el patrón de interacción IRE (invitación-respuesta-evaluación), (turnos 7, 8 y 9) donde se conduce a los alumnos a través de una serie de preguntas y respuestas con el propósito de consolidar un punto de vista en particular. En este caso, el maestro insiste para que los alumnos traigan al plano social del aula, los nombres de los gases de efecto invernadero, que de acuerdo con la versión de la ciencia escolar son los causantes del fenómeno en cuestión (Barahona, 2006: 189).

Para el siguiente turno de habla el maestro, retoma del comentario expresado por la alumna 1 al inicio de episodio (turno 3), a manera de apoyar a los alumnos en la elaboración de sus respuestas. A pesar de la participación de las dos alumnas no se mencionan a los gases de efecto invernadero.

[INVITACIÓN] 11. Maestro: Lo que dijo su compañera es que ellos provocan la entrada de los rayos del sol. ¿Pero qué es lo que sucede?

[RESPUESTA] 12. Alumna 2/ Alumna 3: No se pueden salir (*al mismo tiempo*).

Debido a que en los turnos anteriores los alumnos no mencionaron a los gases que causan el efecto invernadero, el maestro retoma en la siguiente intervención esta información. De nueva cuenta se advierte el patrón PRE (invitación-respuesta-evaluación). El maestro al tiempo que recupera parte de la información que supuestamente los estudiantes revisaron en la lectura previa del libro de texto, dirige la atención de la clase hacia los gases del efecto invernadero como la causa del calentamiento global y complementa con datos concretos.

[EVALUACIÓN] 13. Maestro: Que el CO₂, ¿sí?, y algunos otros gases como viene siendo el, los óxidos de azufre y algunas otras sustancias, el metano, el vapor de agua. Todos esos gases hacen que no se regresen los rayos hacia la parte exterior, sino que se mantengan en lo que viene siendo en la atmósfera y es lo que provoca, ¿qué?

[RESPUESTA] 14. Alumnos (as): El calentamiento global.

[EVALUACIÓN] 15. Maestro: El calentamiento global (*con énfasis*), muchachos. Se fijan, se fijan que calentamiento global y efecto invernadero son cosas diferentes, uno es provocado por el otro. OK.

Así el maestro elabora una narración científica, con estos gases de efecto invernadero como el bióxido de carbono (CO₂), los óxidos de azufre, el metano, el vapor de agua, como los agentes que provocan el fenómeno atmosférico conocido como efecto invernadero.

El maestro los refiere así: “Todos esos gases hacen que no se regresen los rayos hacia la parte exterior, sino que se mantengan en lo que viene siendo la atmósfera...”. Al final de su intervención expresa: “... y es lo que provoca, ¿qué?”, probablemente esperando que los alumnos relacionen a estos elementos con el efecto invernadero, ya que era lo que él estaba explicando.

La respuesta de los alumnos al planteamiento del maestro se produce en otra dirección, es decir, ellos responden que el calentamiento global, se relaciona con la presencia de los gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

Este planteamiento resulta muy interesante desde el punto de vista de la elaboración de significados en el contexto del aula, porque en la siguiente intervención del maestro se pueden advertir dos cuestiones. Primeramente al evaluar como correcta la respuesta que ofrecen los alumnos, se está dando por sentado que el calentamiento global es provocado por la acción directa de los gases de efecto invernadero (línea 15). En segundo lugar, se da un desplazamiento en el desarrollo

de la discusión de este episodio, ya que, inicialmente la atención está centrada en el fenómeno del efecto invernadero y ahora los alumnos introducen el calentamiento global y el maestro termina estableciendo la diferencia entre los dos fenómenos mediante una relación causa-efecto.

Entonces asumiendo que hay una diferencia entre los dos fenómenos, y que uno es causa de otro, el maestro busca el consenso de la clase respecto a “qué será el calentamiento global”. En este sentido, las respuestas de los alumnos sólo añaden más elementos para validar la afirmación planteada por el maestro.

[INVITACIÓN] 15. Entonces, ¿y qué será entonces calentamiento global?

[RESPUESTA] 16. Alumno 1: El calentamiento de todo el planeta y por eso se están derritiendo los polos.

[RESPUESTA] 17. Alumno 2: Los polos.

[RESPUESTA] 19. Alumna 1: Profe... es el, el incremento de las temperaturas.

[EVALUACIÓN] 20. Maestro: El incremento de las temperaturas.

En suma, para este episodio se pueden identificar dos momentos en la interacción de los participantes (maestro y alumnos). El primero está en relación con que los alumnos reconozcan los gases involucrados en el efecto invernadero. El segundo momento, está supeditado al cambio en el tema en discusión, el maestro pasa de hablar del efecto invernadero a identificar su efecto sobre el calentamiento global y es en ese desplazamiento que posiblemente busque que los alumnos capten la relación causa-efecto de los dos fenómenos.

En este episodio se aprecia a un docente de ciencias que trabaja con una aproximación comunicativa del tipo interactiva-autoritativa, la cual es identificable por medio del patrón de interacción IRE (invitación-respuesta-evaluación). Este maestro intenta a través de este tipo de aproximación, que sus estudiantes elaboren respuestas con base a la información que ya poseen, para explicar qué provoca el efecto invernadero.

Cuando se utiliza este tipo de patrón de interacción se dan las siguientes situaciones, el maestro «lanza» una serie de preguntas al grupo, de las cuales él de antemano puede anticipar la respuesta correcta. Entonces se produce una especie de juego donde los alumnos se involucran para dar con la respuesta esperada por el profesor. El interrogatorio termina cuando el maestro logra su objetivo.

Desde una perspectiva pedagógica éste tipo de interacción es muy importante, porque en esencia pretende llevar a los alumnos a adoptar un punto de vista en torno a un fenómeno, en este caso el punto de vista de la ciencia escolar. Sin embargo, es sólo una modalidad de interacción y cuando se vuelve la única o la más frecuente usada, las interacciones se vuelven poco eficientes para la elaboración de significados porque más bien enfatizan la memorización.

En este momento de la lección de ciencias y de la cual este episodio es una muestra, se habla del efecto invernadero y de los agentes que lo provocan tal y como lo refiere el maestro: el bióxido de carbono, el óxido de azufre, el metano y el vapor de agua.

De acuerdo con lo anterior, en una interacción interactiva-autoritativa el maestro considera un punto de vista como el de mayor importancia o cercanía al de la ciencia. Esto se pone de manifiesto cuando se evalúan las respuestas ofrecidas por los estudiantes como correctas cuando corresponden parcialmente o completamente con la información que ya posee él (turnos 4, 6 y 8).

Sin embargo, las respuestas que no corresponden con la «formulación correcta» (palabras o frases que den cuenta de los gases de efecto invernadero) son descartadas o ignoradas, desviando la atención a temas o cuestiones más relevantes (turno 9).

Entonces se puede decir que es a través del habla y de la estructura IRE (invitación-respuesta-evaluación) del discurso en tanto recurso pedagógico, que el maestro dirige la atención de los estudiantes hacia la información que es relevante desde el punto de vista del contenido científico escolar.

Otro aspecto que aparece en el planteamiento inicial del episodio es la lectura previa de una sección del libro de texto. Sin duda este elemento es muy importante porque marca la pauta de las interacciones referidas líneas arriba.

En efecto, en la sección titulada “El efecto invernadero y el calentamiento global”, el libro de texto explica que, como consecuencia de la quema de combustibles fósiles, se ha causado el calentamiento global del planeta. También se explica cómo se produce el efecto invernadero y su relación con el calentamiento global (Barahona, 2006: 189).

En este caso, al convertirse el texto en un referente directo en la clase, “generalmente se construye una interpretación oral, lo cual suele llevar a la interacción por caminos menos formales, más abiertos a la reelaboración del texto, en lugar de su interpretación” (Rockwell, 1994: 34).

De acuerdo con el planteamiento de Rockwell, la recuperación de la información que el maestro intenta al interactuar con los alumnos, se produce en términos de lo que ellos dicen sobre el material presentado en el libro de texto. En otras palabras, los alumnos traen al plano público las ideas que han podido captar de la lectura del tema del calentamiento global y el efecto invernadero en su libro de texto, luego las pautas de interacción que se adoptan en el discurso se parecen más a la modalidad oral de la conversación (turnos 4 y 6).

Así partiendo de la conversación, el docente de ciencias puede cumplir dos objetivos básicos en la conducción de la actividad: primero verificar si los alumnos han hecho la lectura encargada, y en segundo lugar, guiar a los estudiantes a adoptar un punto de vista en que considera los gases de efecto invernadero y el efecto mismo como causa del calentamiento global.

Finalmente, la aproximación interactiva-autoritativa brinda una forma muy singular para el trabajo en las clases de ciencias, pues no sólo sirve de marco para la presentación del contenido temático. También pauta la participación de los estudiantes en la discusión de las ideas y la elaboración de las explicaciones. De este modo el profesor puede verificar si los estudiantes han hecho la lectura previa de un tema o dirigir las preguntas para que adopten un punto de vista en particular, considerado como el más cercano a la ciencia.

4.4. Episodio tres. ¿Es mejor el efecto invernadero que el calentamiento global?

En un momento previo de la lección el maestro habló con el grupo sobre los efectos del cambio climático, haciendo referencia al día anterior (muy soleado y caluroso) en contraste con el día de la grabación de la sesión a la que pertenece el episodio analizado (nublado, lluvioso y con temperaturas bajas).

Durante su exposición comentó que se esperaba que el problema (refiriéndose al cambio climático) se agrave en los próximos 20 años, destacando que pese a ya estar viviendo con este tipo de efectos (sobre el medio ambiente), la falta de consciencia de la gente impide la implementación de soluciones adecuadas.

Mientras estos eventos se sucedían, un alumno preguntó sobre el reciclado de las pilas, y es al final de la explicación del maestro cuando una alumna interrumpe la secuencia de intervenciones al cuestionar qué era mejor, el efecto invernadero o el calentamiento global.

El patrón de interacción identificado en este episodio propone que las actividades productivas de los seres humanos han alterado el patrón del efecto invernadero, lo cual ha traído como consecuencia que los efectos del calentamiento global se acentúen.

A continuación se muestra la transcripción completa del episodio

1. Alumna 1: Profe... Maestro, pero ¿es mejor el, el efecto, el efecto invernadero que el calentamiento global?, ¿verdad? Se hace más.
2. Maestro: A ver, a ver, ¿cómo está eso? (*dirigiéndose a la alumna 1*).
3. Alumna 1: O sea, hace más daño el calentamiento global.
4. Maestro: A ver, ¿tú que piensas Luis? (*dirigiéndose al alumno 1*).
5. Alumno 1: Que los dos hacen daño, que los dos provocan daño.
6. Alumna 1: Profe... pero.
7. Maestro: A ver, fuerte Luis, fuerte, fuerte (*indicándole al alumno 1 que hable con más volumen*).
8. Alumno 1: No hay ninguno, ninguno de los dos puede provocar más daño que el otro, porque uno va a provocar al otro.
9. Maestro: ¿Tú qué piensas Miguel? (*dirigiéndose al alumno 2*).
10. Alumno 2: Que el efecto invernadero no deja sacar todo el calentamiento global, todo el calor del planeta.
11. Maestro: Todo el calor del planeta, en sí.
12. Alumna 1: Profe... pero.

13. Maestro: ¿Y los demás que piensan? (*dirigiéndose a todo el grupo*). A ver mi'ja, a ver (*dándole la palabra a la alumna 1*).
14. Alumna 1: El efecto invernadero permite la existencia de la vida.
15. Maestro: ¿Estamos de acuerdo en eso? (*dirigiéndose a todo el grupo*).
16. Alumnos (as): Noooo (*a coro*).
17. Alumna 1: Si, profee (*en tono de molestia*).
18. Maestro: A ver por qué, a ver explícame. Yo... cuando surgen este tipo de, de reacciones (*hace un ademán como si tuviera unos papeles en las manos*) yo quiero que usted (*dirigiéndose a la alumna 1*) me dé su fundamento, el por qué usted me dice, que lo que está diciendo, usted lo está afirmando. OK. Quiero argumentos, a ver... argumentos. Mire mi'ja, usted puede decir (*dirigiéndose al grupo*) que es benéfico esto o lo otro, pero, yo lo que quiero son argumentos y aquí lo más importante es interactuar con mis compañeros, a ver que piensan ellos. Porque usted sigue diciendo que es importante eso (*dirigiéndose de nueva cuenta a la alumna 1*), o sea, a ver, déme sus fundamentos. Muchachos, señoritas (*dirigiéndose a todo grupo*) yo les dije, yo les dije, que cuando estamos afirmando algo es porque ya tengo fundamentos del por qué, ya tengo bases para decir, esto es por esto, por esto y por esto. No puedo afirmar algo que yo no, que yo no haya estudiado, ¿sí? Entonces, ¿para ustedes será benéfico uno y otro?
19. Alumnos(as): Noooo (*a coro*).
20. Maestro: Nosotros estamos provocando el efecto invernadero y el efecto invernadero, ¿qué está provocando?
21. Alumnos(as): El calentamiento global (*a coro*).
22. Maestro: El calentamiento global (*con énfasis*).

Nota: En este punto de la lección el maestro cerró las intervenciones concluyendo que el problema del calentamiento global surgía como consecuencia de las actividades humanas.

En este episodio la secuencia de intervenciones inicia con la pregunta planteada por la alumna 1 (turno 1).

La pregunta de la alumna parece relacionarse con otro episodio, pues el profesor afirmó que el calentamiento global y el efecto invernadero eran distintos (sugirió una relación causal) pero no se elaboró la distinción entre ambos. De esta manera, la pregunta de la alumna hace mucho sentido porque muestra su interés en el tema tratando de sopesar su daño al medio ambiente.

1. Alumna 1: Profe... Maestro, pero ¿es mejor el, el efecto, el efecto invernadero que el calentamiento global?, ¿verdad? Se hace más.

Posiblemente el maestro advierte una confusión en la concepción de ambos fenómenos por parte de la alumna, por consiguiente le solicita aclare su comentario (turno 2).

2. Maestro: A ver, a ver, ¿cómo está eso? (*dirigiéndose a la alumna 1*).

En su siguiente intervención la alumna 1 (turno 3) ofrece un comentario como queriendo marcar la diferencia entre los dos fenómenos en términos de los daños que provocan, pero no precisa en que basa su comentario.

3. Alumna 1: O sea, hace más daño el calentamiento global.

Acto seguido el maestro se dirige al resto de la clase y comienza a interrogar a algunos de sus estudiantes con relación al comentario dado por la alumna 1 al comienzo del episodio (turnos 4 y 5). Casi al término de la intervención del alumno 1, la alumna que había empezado la discusión, al parecer intenta hacer un nuevo comentario, pero no lo logra y es interrumpida por la voz del maestro, quién solicita al alumno 1 que eleve el volumen su voz.

6. Alumna 1: Profe... pero.

7. Maestro: A ver, fuerte Luis, fuerte, fuerte (*indicándole al alumno 1 que hable con más volumen*).

8. Alumna 1: No hay ninguno, ninguno de los dos puede provocar más daño que el otro, porque uno va a provocar al otro.

Luego la atención del maestro se centra en otro alumno y su comentario, que es evaluado como correcto.

9. Maestro: ¿Tú qué piensas Miguel? (*dirigiéndose al alumno 2*).

10. Alumno 2: Que el efecto invernadero no deja sacar todo el calentamiento global, todo el calor del planeta.

11. Maestro: Todo el calor del planeta, en sí.

Al final de las intervenciones de los alumnos, la alumna 1 insiste en hacer un comentario (a pesar de que ya había sido ignorado con anterioridad); el maestro, que ahora se dirige al grupo en general, le da la palabra.

12. Alumna 1: Profe... pero.

13. Maestro: ¿Y los demás que piensan? (*dirigiéndose a todo el grupo*). A ver mi'ja, a ver (*dándole la palabra a la alumna 1*).

14. Alumna 1: El efecto invernadero permite la existencia de la vida.

El planteamiento de la alumna 1 (turno 14) es correcto, en este sentido, el efecto invernadero puede ser benéfico para la vida ya que propicia las condiciones para mantener estable la temperatura del planeta, pero debido a las actividades humanas (la industria, uso de vehículos automotores, etc.) este patrón se ha alterado dando como consecuencia cambios en los diferentes climas alrededor del mundo.

Así, al finalizar el turno de la alumna 1, el maestro, se dirige nuevamente al grupo como buscando el consenso sobre la opinión dada por ella. En su respuesta los alumnos se muestran en desacuerdo, situación que provoca la réplica de la alumna en sentido afirmativo, pero molesta al juzgar por el tono de su voz (así se aprecia en los registros de video y audio).

15. Maestro: ¿Estamos de acuerdo en eso? (*dirigiéndose al grupo*).

16. Alumnos (as): Noooo (*a coro*).

17. Alumna 1: Si, profee (*en tono de molestia*)

En la siguiente intervención el maestro (turno 18), procura suavizar el tono de la discusión y haciendo un exhorto a todo el grupo (pero especialmente a la alumna 1). Él enfatiza que los argumentos deben estar fundamentados en la información revisada o estudiada con anterioridad, ya sea para afirmar o negar algo. Su comentario lo cierra, retomando la idea propuesta al inicio, que si un fenómeno es

benéfico en comparación con el otro. Aunque implícitamente rechaza el comentario hecho por la alumna 1 (turno 14). En este punto, la respuesta del grupo parece poner fin a la discusión (turno 19), pues enfáticamente responden que no.

En su siguiente intervención (turno 20), el maestro a manera de recapitulación comenta que los seres humanos provocan el efecto invernadero y apoyándose en esto, pregunta al grupo que está provocando este fenómeno. La clase contesta a coro que el calentamiento global (turno 21). Esta respuesta es evaluada como correcta al retomar con un tono de voz más fuerte “el calentamiento global” (turno 22), dando por terminada su intervención.

Ahora bien, desde una postura pedagógica cabría preguntarse: ¿qué está tratando de lograr el profesor aquí cuando interactúa con sus estudiantes? Al parecer el propósito de la enseñanza que persigue el maestro, es explorar los puntos de vista de los alumnos. (Mortimer y Scott, 2003).

El trabajo del maestro con sus estudiantes se centra en la validación o no de los comentarios que ofrecen ellos, relacionados con la comprensión de ideas específicas y fenómenos, en este caso se discute en torno a cuál de los dos fenómenos (calentamiento global y efecto invernadero) es más positivo. De este modo orienta la pregunta inicial hacia el beneficio y las demás hacia lo dañino.

Lo que hace el profesor es invitar a los alumnos a poner sus opiniones en el plano social del aula, pero encaminadas a contestar el planteamiento inicial propuesto por una alumna (turno 1). Entonces la estrategia consiste en crear un espacio para la circulación de los comentarios de los alumnos, moderando su participación al darles la palabra.

En este punto, los comentarios hechos por los alumnos ponen de manifiesto su capacidad para participar en la construcción de la ciencia por medio del discurso (Candela, 1999). Cuando ellos externan su punto de vista, se presentan tres posturas. La primera expone que el efecto invernadero es más nocivo que el calentamiento global (turno 3); la segunda propone que los dos provocan daño, lo que posiblemente equivale a que ambos fenómenos son igual de dañinos (turno 5); la última asienta que ninguno de ellos va a provocar más daño (turno 8) o que el calentamiento global no deja sacar todo el calor del planeta (turno 10).

La táctica de profesor da resultado sólo de manera parcial. De este modo, va dirigiendo las intervenciones de los estudiantes para llegar a una especie de opinión mayoritaria sobre qué fenómeno es más nocivo, el calentamiento global o el efecto invernadero. Pero en el curso de las intervenciones registradas en este episodio no se aprecia el logro de esa opinión mayoritaria, producto de la interacción discursiva de los participantes.

De hecho la emergencia de un contraargumento propuesto por la alumna 1 (turno 14), al parecer permite suponer que ella piensa que tal vez el efecto invernadero sea menos dañino que el calentamiento global.

Durante el curso de las intervenciones referidas líneas arriba se dan varias situaciones, que enmarcadas en el contexto del episodio permiten aprender más de la forma en que éste profesor conduce su clase.

Primeramente, llama la atención que a partir de la pregunta de una alumna al inicio del episodio (turno 1), se dan una serie de comentarios donde ninguno de los fenómenos considerados es más nocivo que el otro. En relación a estos hechos, la alumna al parecer piensa que hace más daño el calentamiento global (turno 3) porque considera que “el efecto invernadero permite la existencia de la vida” (turno 14) y por tanto tiene un efecto positivo. Cuando el grupo manifiesta su desacuerdo respecto a este punto (turno 16), la alumna disiente y argumenta a favor de su postura (turno 17).

En segundo término, la intervención del profesor (turno 18) pretende, por un lado, relajar la situación, y por otro, hacer patente a toda la clase y especialmente a la alumna 1, que es válido expresar sus opiniones o comentarios, pero que estos deben estar bien argumentados.

En resumen, las acciones documentadas hasta aquí, permiten entender cómo en determinados momentos de la lección de ciencias se pone en juego un propósito de la enseñanza.

Así, cuando una alumna pregunta que si es mejor el efecto invernadero o el calentamiento global, da pie a examinar que piensan los alumnos al respecto. Esta situación se convierte en un pretexto para involucrar a los estudiantes en la exploración y diferenciación de ideas. Pues a través de lo que ellos dicen se construyen argumentos que prueban o refutan determinada postura. (Candela, 1999).

El profesor da la oportunidad para que ellos presenten en el plano social del aula sus ideas respecto al fenómeno que se está estudiando, lo cual es un claro indicio de la puesta en escena de un determinado propósito de la enseñanza.

Es entonces, mediante la «voz» del profesor, la cual se transforma en un recurso pedagógico que se guía la participación de los estudiantes, regulando las intervenciones e invitando a poner en el plano social del aula de ciencias sus ideas respecto a un determinado tema, en este caso establecer los aspectos positivos o dañinos del efecto invernadero y el calentamiento global.

De este modo, las intervenciones cumplen con el propósito de abrir el espacio propicio para que el profesor señale la necesidad de tener argumentos para justificar los puntos de vista expuestos.

Finalmente, como se expuso a lo largo de este episodio, el propósito de la enseñanza identificado es explorar los puntos de vista de los estudiantes. De acuerdo con Mortimer y Scott (2003) el propósito se centra en examinar los puntos de vista de los estudiantes en la comprensión de ideas específicas y fenómenos. Así, en las interacciones documentadas en este episodio se muestra como el maestro Juan trabaja con los estudiantes para averiguar que piensan ellos acerca del efecto invernadero y el calentamiento global.

4.5 Episodio cuatro. El ozono es una molécula

En un momento previo a este episodio el maestro preguntó a los alumnos si consideraban al ozono bueno o malo. Los estudiantes sólo comentaron que lo consideraban bueno o malo, pero no ofrecieron algún argumento al respecto. Posteriormente el maestro explicó que el ozono ofrece protección contra los rayos ultravioleta provenientes del sol.

En este episodio se muestra a un estudiante que está haciendo una presentación oral sobre el tema de la capa de ozono¹². Antes de comenzar su exposición el estudiante fue cuestionado por el maestro sobre las causas del calentamiento global. El estudiante que expone refirió como una posible causa de calentamiento global la falta de limpieza en el medio ambiente.

Durante el curso de la presentación el profesor hizo varias intervenciones para enfatizar algunos aspectos del contenido de la presentación.

El patrón de interacción identificado en este episodio describe algunas de las características físicas y químicas del ozono. En el texto revisado se comenta entre otras cosas que el ozono es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno, además que es un gas de olor acre e incoloro. También se dice, que en grandes concentraciones este gas se vuelve ligeramente azulado y puede provocar la muerte. Además que se disocia en una molécula y un átomo de oxígeno a temperaturas mayores a los 100°C y, que a temperatura ambiente se descompone en presencia de algunos catalizadores como el dióxido de manganeso.

La transcripción completa del episodio se presenta enseguida.

1. Alumno 1: “El ozono “O” tres (*se refiere a la notación química O_3*) es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los dos átomos que componen el gas de oxígeno. Este... cada átomo liberado se une a otra molécula de oxígeno “O” dos (*se refiere a la notación química O_2*), formando moléculas de ozono “O” tres (*se refiere a la notación química O_3*). La molécula de ozono es muy inestable...”
2. Maestro: inestable.
3. Alumno 1: “y tiene una corta vida media”.
4. Maestro: OK. Fíjense, en el ambiente muchachos, como ustedes pues, como ustedes lo saben, encontramos a lo que viene siendo oxígeno. Pero lo

¹² La presentación oral se apoyó en una presentación en Power Point, utilizando una computadora, un cañón y un pizarrón electrónico como pantalla. También se advierte que el contenido de la presentación proviene de Wikipedia.

encontramos como oxígeno el “O” dos (*señalando en la diapositiva proyectada*), ¿sí? Son moléculas, son moléculas que al formarse dos oxígenos (*haciendo ademanes con las manos como si se uniera dos cosas*), se forma lo que viene siendo el oxígeno atmosférico. Después al unirse otra molécula de oxígeno se va formando lo que viene siendo el “O” tres. El “O” tres son tres moléculas de oxígeno para formar lo que viene siendo el ozono. Es lo que conocemos comúnmente. Muy bien, adelante. Dicen que tiene una corta vida media, ahorita vamos a ver qué es lo que sucede con eso.

5. Alumno 1: “A temperatura y presión ambientales el ozono es un gas de olor acre y generalmente inco...”
6. Maestro: incoloro.
7. Alumno 1: “...incoloro, pero en grandes concentraciones puede volverse ligeramente azulado. Si se respira en grandes cantidades puede provocar la muerte”.
8. Maestro: Aquí está lo que decía su compañera, ¿sí? En grandes concentraciones, en grandes concentraciones de “O” tres, si nosotros lo respiramos nos puede provocar la muerte. Ahí está, muchachos, señoritas, el por qué nos abre esa pregunta al inicio del tema. El ozono, ¿es bueno o malo? Entonces ya sabemos porque es malo. Cuando existen concentraciones muy altas de este gas. OK. Muy bien.
9. Alumno 2: “Se descompone rápidamente en presencia de oxígeno a temperaturas mayores de 100°C”. Dice... “y en presencia de catalizadores como el dióxido de man...”
10. Maestro: manganeso.
11. Alumno 2: “...manganeso a temperatura ambiente”.

Al inicio de este episodio aparece un alumno que está dando lectura a la información en una diapositiva (así se aprecia en el video), hasta aquí la intervención del maestro se limita a repetir algunas palabras.

1. Alumno 1: “El ozono “O” tres (se refiere a la notación química O_3) es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los dos átomos que componen el gas de oxígeno. Este... cada átomo liberado se une a otra molécula de oxígeno “O” dos (se refiere a la notación química O_2), formando moléculas de ozono “O” tres (*se refiere a la notación química O_3*). La molécula de ozono es muy inestable...”

2. Maestro: inestable.

3. Alumno 1: “y tiene una corta vida media”.

Para el siguiente turno de habla, el maestro hace una intervención bastante larga, repitiendo algunas de las ideas propuestas en el material que ha estado leyendo el alumno (turno 4).

En términos de la «narración científica», comienza hablando de la presencia del oxígeno en el ambiente, pero aclara que este aparece como una molécula o sea “O” dos, continúa la explicación y con sus manos hace un movimiento como si uniera dos cosas (esto se aprecia en el video).

Ahora bien, el maestro una vez que ha establecido la presencia del oxígeno atmosférico, centra su explicación en la formación del ozono “O” tres: “el “O” tres son tres moléculas de oxígeno para formar lo que viene siendo el ozono”. Se advierte la sustitución de términos, molécula por átomo. Es posible que el maestro confundiera los términos como resultado de la verbalización del contenido presentado.

Resulta interesante cómo el maestro va elaborando esa narrativa y dentro de la construcción del relato, cómo van apareciendo los «personajes» que le dan sentido. El profesor Juan va potenciando de esta manera la comprensión de los alumnos en torno al papel que juegan estas entidades en la compleja dinámica de los fenómenos naturales y su relación con el medio ambiente. Si bien, en las intervenciones del alumno 1 ya se habían propuesto de manifiesto los elementos de la narración científica, el trabajo del maestro consiste en enfatizar la importancia de los «personajes» en la elaboración del relato.

Lo atractivo de este fragmento es el hecho de que permite apreciar la forma en que el maestro reelabora el contenido temático y hace un esfuerzo para ponerlo al alcance de los alumnos. Esto es, los apoya para aclarar la idea que, desde el punto de vista de la ciencia¹³, propone al ozono como un compuesto formado por tres átomos de oxígeno.

4. Maestro: OK. Fíjense, en el ambiente muchachos, como ustedes pues, como ustedes lo saben, encontramos a lo que viene siendo oxígeno. Pero lo encontramos como oxígeno el “O” dos (*señalando en la diapositiva proyectada*), ¿sí? Son moléculas, son moléculas que al formarse dos oxígenos (*haciendo ademanes con las manos como si se uniera dos cosas*),

¹³ De acuerdo con Candela (1999), entre los aspectos importantes de la función social de la escuela está que las nuevas generaciones se apropien del conocimiento científico, entonces en este contexto en la escuela se pugna por explicar los fenómenos físicos desde el punto de vista de la ciencia, esto es, formular una explicación partiendo de lo que realmente sucede o lo que son los hechos para la ciencia. pp. 45.

se forma lo que viene siendo el oxígeno atmosférico. Después al unirse otra molécula de oxígeno se va formando lo que viene siendo el “O” tres. El “O” tres son tres moléculas de oxígeno para formar lo que viene siendo el ozono. Es lo que conocemos comúnmente. Muy bien, adelante. Dicen que tiene una corta vida media, ahorita vamos a ver qué es lo que sucede con eso.

Para los siguientes turnos de habla el alumno 1 continúa con la lectura. Se mencionan las características físicas del ozono (turnos 5 y 7) y casi al final de la línea 7 se lee: “si se respira en grandes cantidades puede provocar la muerte”, esto da pie para que el maestro recupere un comentario de una alumna hecho en otro momento, previo al episodio analizado.

Aquí el maestro utiliza la información presentada para apoyar la idea del ozono malo cuando expresa: “... en grandes concentraciones de “O” tres, si nosotros lo respiramos nos puede provocar la muerte.”

El siguiente momento enfatizando la pregunta que cuestiona si el ozono es bueno o malo: “Ahí está, muchachos, señoritas, el por qué nos abre esa pregunta [...] El ozono, ¿es bueno o malo?”

Cierra su intervención confirmando: “[...] ya sabemos porque es malo. Cuando existen concentraciones muy altas de este gas”.

Nuevamente el maestro aparece aclarando las ideas para los alumnos, en este caso, ligando una participación previa de otro momento de la lección con la información que se está presentando. El valor del trabajo del docente está precisamente aquí, hacer más accesible el contenido científico escolar recuperando partes de otras intervenciones, pero que dentro del contexto de la actividad sustentan o validan los argumentos que se presentan y le dan sentido.

Partiendo de las ideas propuestas por Mortimer y Scott (2003), en este episodio se identifica un propósito de la enseñanza, específicamente: Introducir y desarrollar la narración científica. En este caso, el relato se elabora a partir de la presentación oral de un estudiante.

De acuerdo con los autores, la introducción de la narración científica¹⁴ en tanto propósito de la enseñanza, tiene como foco hacer disponibles las ideas científicas a través de la elaboración del contenido científico disponible en las aulas, posibilitando

¹⁴En términos de la narración científica el ozono se considera bueno porque es una capa que protege a los seres vivos de los rayos ultravioleta (UV) provenientes del sol; por el contrario el ozono se considera malo porque es un contaminante que produce enfermedades respiratorias. (Cfr. Barahona, 2006 pp. 188-193).

la inclusión de temas conceptuales, epistemológicos, tecnológicos, sociales y medioambientales.

En el curso de la lectura que hace el alumno a lo largo del episodio, se presentan algunas ideas que desde el punto de vista de la ciencia, explican que el ozono es una molécula compuesta por tres átomos. Entonces el trabajo del maestro consiste en la elaboración de una especie de relato en donde los personajes en este caso, son las entidades que en términos de las ciencias químicas interactúan para formar una nueva sustancia por medio de una reacción química de síntesis.

Esta es la historia contada en las intervenciones documentadas en este episodio. En ella se da cuenta de la composición del ozono (un “personaje” central) y de algunas de sus propiedades, luego entonces, aquí se describe por así decirlo al personaje principal del relato: el ozono (turnos 1, 3, 5, 7 y 9).

En este episodio se puede apreciar el esfuerzo del profesor para hacer accesible a los estudiantes en alguna medida, la forma en que las entidades químicas (átomos y moléculas) se combinan para formar una sustancia diferente (turno 4).

Si se parte del supuesto de que los estudiantes ya conocen los términos átomo o molécula en su tránsito por las clases de ciencias naturales en el nivel de educación primaria, el grado de comprensión de los estudiantes requerido aquí, implica el uso de los términos usados para explicar cómo se produce una reacción química (de síntesis en este caso). Al parecer esta demanda la tiene presente el maestro, lo cual explica porque se dio una intervención más larga.

Lo destacable aquí, es la forma en que el maestro procura que los alumnos tengan presente el hecho de que el ozono es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno.

Otro momento valioso dentro de las interacciones documentadas a lo largo de este episodio, se da al tiempo que en la lectura del alumno, se dice que si el ozono “se respira en grandes cantidades puede provocar la muerte” (turnos 5 y 7). Esto es relacionado por el maestro con un comentario previo hecho por una alumna que en su opinión, el ozono era malo.

Recapitulando un poco sobre la historia de las acciones, en un momento anterior a este episodio, el maestro y sus estudiantes hablaron respecto a considerar al ozono como bueno o malo. Dentro de las ideas presentadas se dio una que proponía que el ozono era bueno debido a que ofrecía protección contra los rayos UV provenientes del sol, pero al final no se determinó porque era malo. Luego entonces, el maestro recupera esta idea del “ozono malo” a partir de la lectura que hace el alumno 1.

Por lo tanto se puede advertir que la «narración científica» se va construyendo a partir del contenido científico disponible en el salón de clases y es una narración construida entre el alumno expositor y el maestro. En efecto, el aumento en los niveles de la concentración del ozono pueden ser letales para la vida de los seres humanos y la evidencia que sustenta tal afirmación proviene del estudio de sus propiedades físicas, las cuales son referidas durante la presentación hecha por el alumno expositor (turno 7).

En suma, a lo largo de este episodio se ha visto como un determinado propósito de la enseñanza está ligado a un grupo de acciones que en términos de la conducta verbal observada, posicionan al docente y le permiten conducir las actividades encaminadas para el logro de su objetivo.

En otras palabras, generando los espacios para que los estudiantes hablen y participen en la construcción del contenido científico disponible en las aulas, la co-construcción de la «narración científica» da cuenta de la forma en que se engarzan determinadas ideas relacionadas al contenido temático y cómo se presentan en el curso de las actividades de una clase de ciencias.

También se advierte que el trabajo del docente con sus estudiantes está siendo guiado por dos aspectos, a saber, la lógica del contenido y la lógica de interacción (Candela, 1990). La lógica del contenido pauta la forma de presentar el contenido científico escolar (en este caso una presentación oral) y la lógica de interacción la forma en que el «habla» del maestro conduce la elaboración de la «narración científica» y cómo esta especie de «relato» introduce los «personajes» (en este caso las entidades químicas: átomos, moléculas, oxígeno, ozono, etc.).

De esta manera se ofrece la oportunidad a los estudiantes de entender el sentido de las ideas presentadas en un momento determinado de la lección, apoyando su comprensión y posterior apropiación.

En las interacciones referidas a lo largo del episodio se pudo observar al maestro Juan y sus estudiantes poniendo en acción un propósito de la enseñanza: introducir y desarrollar la narración científica. Se puede apreciar como a través de los intercambios verbales se hacen disponibles las ideas científicas a partir del contenido que está siendo presentado.

El maestro parte de la presentación oral del estudiante que expone y reelabora partes de contenido a fin de ir presentando el plano social del aula a los personajes centrales del relato y al mismo tiempo mantener el interés de los estudiantes. Por último, se puede decir entonces que la elaboración de la narración científica es una acción co-construida por parte del estudiante expositor y el maestro, como pudo apreciarse a lo largo del episodio.

4.6 Episodio cinco. Los clorofluorocarbonos

En este episodio se muestra la continuación de la presentación oral de un equipo de alumnos, sobre el tema de la capa de ozono, que de acuerdo al orden de participación toca el turno a una alumna.

Ella da lectura a la información presentada en la diapositiva; se habla de los clorofluorocarbonos y se mencionan algunas de sus aplicaciones como refrigerantes en la industria o propelentes en los aerosoles.

También se expone la descomposición del ozono a partir del cloro liberado en la alta atmósfera. Este punto es abordado por el maestro destacando su importancia, puesto que interrumpe la secuencia de la exposición.

El patrón de interacción identificado en este episodio explica que los clorofluorocarbonos son gases que se utilizan en la industria refrigerante y en los aerosoles como propelentes. Se expone también que los clorofluorocarbonos liberan cloro en la alta atmósfera que al actuar sobre el ozono, lo descomponen en oxígeno molecular y monoatómico. Lo anterior contribuye a la disminución de la capa de ozono que actúa como filtro de los rayos ultravioleta.

La transcripción completa del episodio se presenta a continuación.

1. Maestro: Muy bien (*el profesor le está dando la indicación para comenzar*).
2. Alumna 2: "Qué lo provoca" (*la alumna lee el título de la diapositiva proyectada y continua con la lectura*). "Los clorofluorocarbonos..."
3. Maestro: carbonos
4. Alumna 2: "...CFC son gases que se utilizan en la industria refrigerante (congeladores, refrigeradores y aires acondicionados) y como propelentes en algunos aerosoles (desodorantes y otros cosméticos). Los CFC liberan el cloro que en la alta atmósfera actúa si..."
5. Maestro: sobre.
6. Alumna 2: "sobre el ozono convirtiéndolo en oxígeno molecular y oxígeno atómico. Así disminuye la concentración del ozono que actúa como filtro".
7. Maestro: Fíjense, no me le muevan aquí (*se refiere a la diapositiva*). Fíjense, a ver, ¿quién me puede explicar cómo creen ustedes que suceda el efecto que acaba de decir su compañera Viviana? ¿Cómo? A ver.
8. Alumno 4: Todos estos, todos estos se van a la atmósfera.
9. Maestro: Pero, qué, a ver qué, quién lo puede explicar realmente, ¿quién es el que hace daño o quién ataca lo que viene siendo al ozono en sí?
10. Alumna 4: Los CFC.

11. Maestro: A ver.
12. Alumna 1: El hombre, profe, la industria.
13. Maestro: Fíjense, fíjense, estas sustancias, estas sustancias lo que viene siendo el CFC, lo que es el clorofluorocarbonos, esto, esto, muchachos van a actuar con lo que viene siendo el ozono. El ozono ¿en qué lo va a descomponer?, ¿en qué lo va a descomponer?, simplemente lo va a descomponer en el oxígeno molecular que viene siendo... (*señalando la fórmula química sobre la diapositiva proyectada*). ¿Quién se encarga de los...? (*se refiere a los marcadores para el pizarrón blanco*). OK. Muy bien, shhh.
14. Alumna 3: Se me olvidaron.
15. Maestro: Muchachos, señoritas...
16. Alumna 1: ¿Pido uno?
17. Maestro: Recalco, recalco, no debemos hacer eso a nuestros compañeros por favor, es una falta de respeto (*en tono de molestia; al parecer el profesor se refiere a que la alumna encargada de llevar los marcadores para el pizarrón y el borrador, los olvidó en casa*). Entonces, shhh, va a descomponer, esta sustancia va a descomponer el ozono, ¿en qué?, simplemente en oxígeno molecular que viene siendo O₂ (*hace un movimiento como si escribiera la fórmula sobre el pizarrón*), ¿sí? El O₂, shhh, ¡hey! y en lo que viene siendo oxígeno atómico, que viene siendo oxígeno (*hace un movimiento como si escribiera el símbolo sobre el pizarrón*), ¿sí? Un solo oxígeno (*señalando con el dedo índice*). ¿Estamos claro? Muy bien. Así lo descompone.

Siguiendo la secuencia de intervenciones en los primeros turnos de habla, la alumna 2 da lectura a la información en la diapositiva (turnos 2, 4, y 6), material que corresponde al contenido del libro de texto (Barahona, 2006: 191). Hasta aquí la actuación del maestro, sólo se limita a apoyar a la joven en la pronunciación de algunas palabras (turnos 3 y 5) y a atender la explicación (situación que se aprecia en el video).

1. Maestro: Muy bien (*el profesor le está dando la indicación para comenzar*).
2. Alumna 2: Qué lo provoca (*la alumna lee el título de la diapositiva proyectada y continua con la lectura*). Los clorofluorocarbonos.
3. Maestro: carbonos
4. Alumna 2: "...CFC son gases que se utilizan en la industria refrigerante (congeladores, refrigeradores y aires acondicionados) y como propelentes en

algunos aerosoles (desodorantes y otros cosméticos). Los CFC liberan el cloro que en la alta atmósfera actúa si...”

5. Maestro: sobre...

6. Alumna 2: “sobre el ozono convirtiéndolo en oxígeno molecular y oxígeno atómico. Así disminuye la concentración del ozono que actúa como filtro”.

En el siguiente turno de habla, el maestro llama la atención del grupo sobre algunos aspectos de la información presentada y dada su importancia interrumpe la exposición, y le pide al alumno que opera la computadora que no pase a la siguiente diapositiva. Luego se dirige a la clase y les solicita una explicación respecto al efecto reseñado en la lectura de la alumna 1 (turnos 4 y 6).

7. Maestro: Fíjense, no me le muevan aquí (*se refiere a la diapositiva*). Fíjense, a ver, ¿quién me puede explicar cómo creen ustedes que suceda el efecto que acaba de decir su compañera Viviana? ¿Cómo? A ver.

Entre las respuestas que dieron los alumnos, está la que al parecer habla de la liberación en la atmósfera de los clorofluorocarbonos (turno 8). Es posible que el maestro advirtiera que su pregunta inicial (turno 7) requiriera de una mayor precisión, por lo cual ahora demanda: “¿quién es el que hace daño o quién ataca lo que viene siendo el ozono en sí?”

La respuesta de la alumna 4 (turno 10) propone a los clorofluorocarbonos (CFC) como los causantes de afectar el ozono que es lo que ya había explicado Viviana. En seguida el maestro al parecer le solicita una mayor elaboración en su respuesta (turno 11), pero la intervención de otra alumna (turno 12) propone otros elementos (el hombre, la industria) que probablemente estén involucrados en el deterioro del ozono.

En sus siguientes intervenciones (turnos 13 y 17) el maestro explica el efecto de los clorofluorocarbonos sobre el ozono. Al parecer el maestro trata de llamar la atención de los alumnos sobre la acción de los clorofluorocarbonos en el ozono, como una forma de responder a la pregunta planteada en una intervención anterior (turno 7).

Aquí aparecen dos cuestiones muy importantes, por un lado la manera en que el maestro hace disponible para toda la clase la información presentada en términos de la elaboración de la narración científica y, por el otro, la forma en que presenta y recupera nuevamente la idea central en la diapositiva, a saber, el ozono se

descompone en oxígeno molecular y atómico por la acción de los clorofluorocarbonos presentes en la atmósfera.

En cuanto al desarrollo del episodio, cabría preguntarse: ¿a qué se refiere el maestro cuando habla del “efecto que acaba de decir su compañera”? (turno 7).

De acuerdo con Mortimer y Scott (2003), en el curso de las acciones de la clase el profesor puede hacer pausas para examinar contenidos que han sido abordados con anterioridad en otros momentos de la lección o que acaban de ser explicados. En este sentido, al verificar la comprensión de los estudiantes las acciones que el maestro puede tomar están: solicitar una aclaración de las ideas de los estudiantes, invitar a los estudiantes a poner por escrito una explicación o comprobar el consenso de la clase sobre la certeza de las ideas.

Cabe la posibilidad de que las acciones enlistadas y que describen un tipo de intervención del profesor no sean las únicas, por lo tanto, es probable la emergencia de algunas otras cuyo objetivo sea el mismo.

En este episodio se ha identificado la intervención del maestro para verificar la comprensión de los estudiantes cuya acción se expresa como: pedir a los estudiantes la explicación de un elemento en particular de la narración científica.

Al parecer el maestro demanda que los alumnos puedan explicar cómo se disocia el ozono en una molécula y en un átomo de oxígeno por la acción de los clorofluorocarbonos, que desde el punto de vista de la narración científica representa la parte medular del relato. Pero finalmente es el maestro Juan quien termina explicando y no los alumnos.

En el curso de las acciones referidas a lo largo de este episodio se dan dos aspectos muy valiosos en términos de la conducta verbal observada. Uno de ellos corresponde a la forma en como el maestro trabaja con los alumnos la elaboración de una explicación sobre un elemento en particular presente en la narración científica. En efecto, la atención en el relato se centró en el ozono y derivado de esto en cómo se produce la disociación de este compuesto químico en oxígeno molecular y atómico al reaccionar con los clorofluorocarbonos.

El otro aspecto se da en cuanto a la interpretación oral de texto. En la sección identificada como “El ozono, ¿bueno o malo?”, se explica la acción de los clorofluorocarbonos sobre el ozono en los siguientes términos:

Los clorofluorocarbonos (CFC) son gases que se utilizan en la industria refrigerante (congeladores, refrigeradores y aires acondicionados) y como proponentes en algunos aerosoles (desodorantes y otros cosméticos). Los CFC liberan cloro, que en la alta atmósfera actúa sobre el O₃ convirtiéndolo

en O_2 y O . Así, disminuye la concentración del ozono que actúa como filtro (Barahona, 2006: 191).

Si bien el material presentado por el equipo expositor y referido en este episodio proviene del libro de texto, en el curso de interacciones entre el maestro Juan y sus estudiantes se da el sentido del contenido que está siendo presentado. Sin embargo, se debe tener presente que “el sentido no se extrae del texto, se construye socialmente” (Rockwell, 1994: 35).

De acuerdo con esto, es posible que el maestro en este punto de las acciones se apoye en el material presente en la diapositiva proyectada (que es el mismo que el libro de texto, pues así se aprecia en el video). Pero su actuación no se limita a repetir lo escrito, su labor va más allá. Mientras la alumna 2 da lectura al texto, el maestro está atento a lo que ella dice. Al parecer cuando identifica la parte más sustantiva de ese material, detiene el curso de la actividad y llama la atención de la clase sobre el aspecto que él considera como el más relevante (turno 7).

En el episodio presentado en esta sección se presenta una intervención del maestro Juan, la cual se identifica como verificar la comprensión de los alumnos. El maestro Juan trata que los estudiantes verbalicen el contenido que considera central lo cual se advierte en los turnos 8, 10 y 12.

Por último, el maestro Juan realiza una intervención más larga con el objetivo repasar el contenido que considera más relevante en el curso de la lección de ciencias, esto es que los estudiantes comprendan la acción de los clorofluorocarbonos sobre el ozono O_3 al descomponerlo en oxígeno atómico O y molecular O_2 (turno 17).

4.7 Episodio seis. La lluvia ácida

Al inicio de este episodio el profesor pregunta por el nombre del tema de la clase, al tiempo que invita a los alumnos a poner atención.

El maestro introduce a los estudiantes al tema la «lluvia ácida», formulando una serie de preguntas con la intención de explorar las ideas que tienen sobre este fenómeno.

El patrón de interacción identificado en este episodio expone que la lluvia ácida es un fenómeno que se produce al interactuar el vapor de agua con el dióxido de azufre y el óxido de nitrógeno presente en la atmósfera. Así el ácido sulfúrico y nítrico formados en la interacción, están presentes en la lluvia que cae a la superficie terrestre, dañando árboles y plantas, destruyendo cosechas y contaminando lagos y ríos.

Las respuestas que dieron los estudiantes se muestran en la transcripción que aparece enseguida.

1. Maestro: OK. Vamos a guardar silencio. Jóvenes, señoritas. Inmediatamente cuando nosotros vemos o escuchamos lo que es lluvia ácida, ¿qué se le viene a la mente? *(el maestro escribe en el pizarrón la frase Lluvia ácida)*. Ahí va.
2. Grupo: *(hablan muchos alumnos a la vez, inaudible)*.
3. Maestro: A ver, la persona que quiere participar va a levantar su mano. ¿Qué se le viene a la mente a usted? *(dirigiéndose a un alumno)*.
4. Alumno 2: El estómago.
5. Maestro: El estómago. ¿Usted? *(dirigiéndose a otro alumno)*.
6. Alumno 3: Una lluvia que deshace algo.
7. Maestro: Una lluvia que deshace algo. ¿Otras opiniones que tengan acerca de lluvia ácida?
8. Alumna 1: Algo que... *(el comentario es interrumpido por las voces de unos alumnos que platican)*.
9. Maestro: Shhh... hey. Jóvenes, señoritas, la persona que quiera opinar debe levantar su mano. Siéntate bien por favor *(en tono imperativo y dirigiéndose a un alumno)*. La persona que quiera opinar debe levantar su mano y callados los demás, escuchando a sus compañeros. A ver, Sebastián.
10. Alumno 4: Lluvia con ácido.
11. Maestro: Lluvia con ácido.
12. Alumna 2: Lluvia que afecta lugares donde cae *(con voz apenas audible)*.
13. Maestro: Lluvias... Lluvias que... ¿qué?... *(dirigiéndose a la alumna 2)*.

14. Alumna 2: Lluvia que afecta lugares.
15. Maestro: Lluvia que afecta lugares.
16. Alumno 2: Lluvia con... (*inaudible, interrumpiendo la secuencia de intervenciones*).
17. Maestro: Shhh... (*viendo al alumno que ha interrumpido invitándolo a guardar silencio, con una seña le indica que espere su turno*).
18. Alumna 3: Contaminación, contaminación.
19. Maestro: Contaminación en sí. Acuérdense hoy en día, que debemos de, de saber que tanta calidad tenemos nosotros acerca del aire, muchachos. Acuérdense que cuando vimos calentamiento global y cuando vimos este, lo que es, eh... los gases de invernadero, se vio que esos contaminantes provocan un, un... este desencadenan unos problemas muy importantes en nuestro, nuestra Tierra.

El maestro invita al grupo a guardar silencio y al parecer pretende recuperar las ideas de los alumnos en torno a la lluvia ácida.

1. Maestro: OK. Vamos a guardar silencio. Jóvenes, señoritas. Inmediatamente cuando nosotros vemos o escuchamos lo que es lluvia ácida, ¿qué se le viene a la mente? (*el maestro escribe en el pizarrón la frase Lluvia ácida*). Ahí va.
2. Grupo: (*Hablan muchos alumnos a la vez, inaudible*).

De nueva cuenta, se pide orden en las participaciones de los alumnos y, el maestro acaba nominando a los alumnos para tener más control de las intervenciones. Se aprecia también que a continuación de la participación de cada alumno, el docente repite la respuesta de ellos sin evaluarla como correcta o incorrecta, motivándoles a participar.

[INVITACIÓN]

3. Maestro: A ver, la persona que quiere participar va a levantar su mano. ¿Qué se le viene a la mente a usted? (*dirigiéndose a un alumno*).

[RESPUESTA]

4. Alumno 2: El estómago.

[INVITACIÓN]

5. Maestro: El estómago. ¿Usted? (*dirigiéndose a otro alumno*).

[RESPUESTA]

6. Alumno 3: Una lluvia que deshace algo.

- [INVITACIÓN] 7. Maestro: Una lluvia que deshace algo. ¿Otras opiniones que tengan acerca de lluvia ácida?
- [RESPUESTA] 8. Alumna 1: Algo que... *(el comentario es interrumpido por las voces de unos alumnos que platican)*.

Cuando la cadena de intervenciones se ha interrumpido por el ruido de fondo provocado por algunos alumnos que platican (línea 8), el maestro interviene nuevamente pidiendo orden, solicitando a los alumnos que quieran participar que levanten la mano y a los demás que guarden silencio y escuchen a los compañeros. Finalmente nombra a un alumno, lo cual da pie a una nueva cadena de intervenciones.

- [INVITACIÓN] 9. Maestro: A ver, Sebastián.
- [RESPUESTA] 10. Alumno 4: Lluvia con ácido
11. Maestro: Lluvia con ácido.
- [RESPUESTA] 12. Alumna 2: Lluvia que afecta lugares donde cae *(con voz apenas audible)*.
- [INVITACIÓN] 13. Maestro: Lluvias... Lluvias que... ¿qué?... *(dirigiéndose a la alumna 2)*.
- [RESPUESTA] 14. Alumna 2: Lluvia que afecta lugares.
15. Maestro: Lluvia que afecta lugares.
- [RESPUESTA] 16. Alumno 2: Lluvia con... *(inaudible, interrumpiendo la secuencia de intervenciones)*.
17. Maestro: Shhh... *(viendo al alumno que ha interrumpido invitándolo a guardar silencio, con una seña le indica que espere su turno)*.
- [RESPUESTA] 18. Alumna 3: Contaminación, contaminación.
- [EVALUACIÓN] 19. Maestro: Contaminación en sí. Acuérdense hoy en día, que debemos de, de saber que tanta calidad tenemos nosotros acerca del aire, muchachos. Acuérdense que cuando vimos calentamiento global y cuando vimos este, lo que es, eh... los gases de invernadero, se vio que esos contaminantes provocan un, un... este

desencadenan unos problemas muy importantes en nuestro, nuestra Tierra.

Las intervenciones presentadas anteriormente corresponden a un patrón de interacción del tipo IRIRF (invitación-respuesta-invitación-respuesta-retroalimentación). Siguiendo a Mortimer y Scott (2003), este tipo de patrón se relaciona con una aproximación comunicativa del tipo interactiva-dialógica. Aunque también puede ser autoritativa porque el maestro no acepta más que una respuesta.

De hecho cuando el objetivo del maestro es trabajar con los puntos de vista de los estudiantes, el tipo de aproximación comunicativa adoptada es del tipo interactiva-dialógica. Aquí no se pretende que los alumnos adopten un punto de vista en particular sobre el tema en discusión, sólo se exploran las ideas que tienen los alumnos previa a la presentación formal del mismo.

Luego entonces en la cadena de interacciones de este episodio, se puede apreciar a un docente que está explorando diferentes puntos de vista, para lo cual se vale de secuencias largas de turnos de habla.

Este episodio es muy interesante en términos de la conducta verbal observada por la manera tan singular en que el maestro se relaciona con los estudiantes.

Durante el curso de las interacciones el profesor intenta recuperar sus ideas en torno al fenómeno de la lluvia ácida, las cuales provienen de la experiencia cotidiana de los alumnos (turnos 4, 6, 10 y 12). Aquí el maestro invita a los alumnos a hacer públicas sus opiniones en el plano social del aula de ciencias, pero de una manera muy sutil, sin forzar la situación, permitiendo que el discurso «fluya», devolviéndoles el uso de la palabra.

El episodio descrito permite apreciar la puesta en escena de una aproximación comunicativa interactiva-dialógica, cuya lógica de interacción se basa en cadenas del tipo IRF (invitación-respuesta-retroalimentación) y sus variantes.

Su utilidad radica en que a través de una serie de preguntas se invita a los estudiantes a externar sus ideas en el plano social del aula. Esta acción desde el punto de vista pedagógico es muy relevante para la enseñanza de las ciencias, porque asegura la participación de los estudiantes y su involucramiento en la actividad misma. Así mismo permite al maestro conocer las ideas iniciales de sus alumnos.

En este episodio se ha puesto de manifiesto como una aproximación comunicativa del tipo interactiva-dialógica apoya la exploración de las ideas de los estudiantes respecto a un determinado tema.

Para este caso en particular, el maestro explora las ideas de los estudiantes en torno al tema de la lluvia ácida. El aspecto relevante en estas interacciones es que las contribuciones de los alumnos no son evaluadas, sólo se ponen de manifiesto o se hacen disponibles para la toda la clase.

Lo anterior contrasta con una aproximación del tipo interactiva-autoritativa, que se comentaba en la sección anterior (4.5) en la cual la atención está puesta en un solo punto de vista, el cual es reconocido como el preferido.

La emergencia de un determinado tipo de aproximación comunicativa comúnmente corresponde con el propósito de enseñanza que muestra el docente. Si el profesor conduce a que sus estudiantes adopten un determinado punto de vista, entonces las intervenciones de los participantes (maestro y alumnos) se organizarán con base a una aproximación del tipo interactiva-autoritativa.

Por el contrario, si la meta de la actividad es explorar las ideas de los estudiantes con respecto a un determinado tema, el discurso del profesor y las intervenciones de los estudiantes se centrarán en considerar una variedad de puntos de vista, con lo cual se estará organizando el habla en el aula a través de un tipo de aproximación comunicativa identificada como interactiva-dialógica.

Finalmente una aproximación del tipo interactiva-dialógica no pretende evaluar las respuestas que ofrecen los estudiantes como correctas o incorrectas, solamente ofrece un punto de partida para el trabajo con los estudiantes.

Con un sentido pedagógico su utilidad radica en que permite la construcción de puentes para la comprensión, entre las ideas cotidianas de los estudiantes respecto a un determinado tema y las explicaciones más formales del contenido científico escolar.

4.8 Episodio siete. Los contaminantes para que ocurra la lluvia ácida

En este episodio se presenta la continuación de la discusión de clase sobre el tema de la lluvia ácida. El maestro Juan inició su intervención explicando que la lluvia ácida es producida por ciertos contaminantes identificados como el bióxido de azufre (SO_2) y el óxido de nitrógeno (NO_x), sustancias que al reaccionar con el vapor de agua en la atmósfera, forman disoluciones de ácidos que se precipitan en forma de lluvia.

El patrón de interacción identificado en este episodio expone que el dióxido de azufre (SO_2) y el óxido de nitrógeno (NO_x) resultado de la quema de combustibles fósiles causan la lluvia ácida. Y que estas sustancias en presencia de agua, oxígeno y otros compuestos forman ácidos (el ácido nítrico y el ácido sulfúrico) que se precipitan a la tierra ya sea acompañados por agua (en el caso de la lluvia, niebla o nieve ácidas) o en forma seca (gases o partículas).

La transcripción completa del episodio se presenta en seguida.

1. Maestro: Hoy en este día, nos toca hablar de la lluvia ácida. Lluvia ácida... jóvenes, señoritas, no es más que la formación de algunos contaminantes que se van a la atmósfera, que al juntarse con el agua, con el agua, caen de forma precipitada, como viene siendo... ¿cuáles son los, cuáles son los... las sustancias o contaminantes para que ocurra la lluvia ácida?
2. Alumno 5: Eh... el óxido de carbono y el bióxido de azufre.
3. Alumno 2: Bióxido (*corrigiendo a su compañero*).
4. Maestro: Bueno. Miren, me dicen que CO_2 (*escribiendo la fórmula química en el pizarrón*), bióxido de carbono, pero, realmente... ¿por qué se le llama lluvia ácida?, ¿cuáles son realmente los contaminantes? (*subrayando la palabra ácida en el pizarrón*).
5. Alumna 4: Profe...
6. Maestro: Shhh... (*llamando al grupo a guardar silencio*).
7. Alumna 4: El bióxido de azufre...
8. Maestro: Bióxido de azufre (*al tiempo que escribe la frase en el pizarrón*), y...
9. Alumno 2: Para allá iba...
10. Alumna 4: y dióxido de nitrógeno, etcétera, etcétera.
11. Maestro: y... (*volteando a ver al grupo*).
12. Alumna 4: Nitrógeno.
13. Alumno 2: Se le llama lluvia ácida, porque se supone que los ácidos son los que deshacen los procesamientos que hace uno en si ...

14. Maestro: A ver, shhh, shhh (*pidiendo silencio y escuchando el comentario del alumno*).
15. Alumno 2: es como un tipo que deshace algo resistente, y que es eso lo que hace la lluvia ácida caída, en algo, en una piedra y si la piedra no resiste...
16. Alumno 3: La carcome.
17. Alumno 2: ... se la come, eso.
18. Maestro: Bueno. Vamos a ver. Fíjense la idea, la idea que teníamos nosotros al inicio de esta clase, eh... la idea que se tiene al inicio de esta clase (*dirigiéndose al grupo*).
19. Alumna 4: Profe... destruir árboles, plantas y todo eso.
20. Maestro: Bueno. Espérame, todavía no vamos a la destrucción. Primero lo que quiero, lo que quiero que quede bien claro. A ver, dejen de platicar. Antonio, pon atención y deja de hacer eso por favor (*dirigiéndose al alumno*).
21. Alumna 4: Óxido de nitrógeno.
22. Maestro: Óxido de nitró... de nitrógeno (*anotando en el pizarrón*). Estos son los contaminantes, muchachos, señoritas, que al unirse con el vapor de agua, (*anotando la frase en el pizarrón*) con el agua en sí, forman otros compuestos, forman otros compuestos. No voy a dar la ecuación química, porque eso lo vamos a ver en tercero. Nada más ahorita quiero que sepan que esos contaminantes son los que provocan, jóvenes, señoritas, este proceso de la lluvia ácida. Más adelante en tercer año van a ver las ecuaciones, como se va formando el óxido, el óxido de azufre como se va transformando para formar lo que viene siendo el ácido sulfúrico, ¿sí? El ácido sulfúrico (*anotando la frase en el pizarrón*) y, este se va a transformar con el agua en lo que viene siendo ácido, lo que viene siendo ácido nítrico (*anotando la frase en el pizarrón*). Estos en conjunto empiezan a precipitarse en forma de lluvia, empiezan a precipitarse y por eso de ahí el nombre de lluvia ácida, por eso de ahí el nombre de lluvia ácida. Estos ácidos se forman en lo que viene siendo en la capa de la atmósfera, al momento en que ya están saturadas con agua y con todo precipitan, pero precipitan cantidades de ácido sulfúrico y lo que viene siendo el ácido nítrico. Entonces, ahorita no me quiero meter en complicaciones de ecuaciones, en las ecuaciones las vamos a ver nosotros en tercer año. OK.

Al inicio del episodio el maestro da una breve explicación sobre la forma en que se produce la lluvia ácida, la cual refiere que se debe a la acción del agua y ciertos contaminantes presentes en la atmósfera. Al parecer el maestro esperaba que los alumnos fueran quienes hablaran sobre los contaminantes, pues se hace énfasis en el contenido científico (turno 1).

La participación de un alumno (turno 2) trae a la escena los nombres químicos de los óxidos contaminantes que reaccionan con el agua para formar la lluvia ácida.

En su siguiente intervención (turno 4), el maestro evalúa la respuesta como correcta, pero parece no estar completamente conforme, así que tras anotar en el pizarrón la fórmula química del bióxido de carbono, vuelve a plantear la pregunta: “¿cuáles son realmente los contaminantes?”

Para las siguientes intervenciones se aprecia que una alumna va mencionando los nombres de los compuestos químicos, que en el planteamiento del profesor son los «contaminantes» (turnos 7, 10 y 12). Conforme los va mencionando son nuevamente recuperados por el profesor (mientras escribe en el pizarrón, situación que se aprecia en el video de la sesión) a manera de confirmar sus respuestas.

La siguiente intervención del maestro (turno 18) es precedida de la participación del alumno 2 (líneas 13, 15 y 17). El alumno en su comentario al parecer propone que el término lluvia ácida obedece a la manera en que actúa sobre las cosas, al ser ácida debe deshacer algo resistente, como las piedras. Probablemente el comentario del alumno esté relacionado con una nota al pie de una fotografía en el libro de texto¹⁵ (Barahona, 2006:192).

Con suma habilidad el maestro nota que el comentario del alumno se está alejando de la discusión original de la clase, y trata de fijar la atención en las sustancias (los óxidos) que provocan la formación posterior de los ácidos, como se presenta en la narración científica (turno 18).

Es más, en el siguiente turno de habla se aprecia que en la respuesta de la alumna 4 se sigue aportando información, al parecer relacionada con los comentarios del alumno 2 sobre los efectos de los ácidos (turno 19). En este punto el maestro insiste en dar por terminadas las intervenciones de los alumnos para volver a la discusión original sobre las sustancias o contaminantes que provocan la lluvia ácida (turno 20).

¹⁵ En la página del libro de texto aparece el pie de foto que a la letra dice: “La lluvia ácida corroe incluso la piedra de estatuas y edificios”.

De regreso sobre el planteamiento inicial (turno 1), la alumna 4 nombra otra vez uno de los compuestos, el óxido de nitrógeno (turno 21) y esto da la pauta para una intervención más larga por parte del maestro.

Previamente el maestro había anotado en el pizarrón el nombre del bióxido de azufre (turno 8) y ahora escribe la frase óxido de nitrógeno (turnos 22). En su explicación el maestro refiere que estos contaminantes al reaccionar con el vapor de agua (presente en la atmósfera) originan otros compuestos. Aclara que no se van a explicar las reacciones químicas que se llevan a cabo, debido a que está fuera de los alcances del curso, pero menciona que cuando ellos (se refiere a los estudiantes) cursen el tercer grado lo verán con más detalle. Por ahora él quiere que se fijen en cuáles son los contaminantes que producen la lluvia ácida. Y continúa explicando que los ácidos (el ácido sulfúrico y el ácido nítrico) producidos por la reacción de los óxidos con el vapor de agua en la atmósfera, son compuestos que están presentes en la lluvia que cae a la superficie terrestre, de ahí el nombre de «lluvia ácida».

Durante el curso de las acciones documentadas en este episodio se puede apreciar la puesta en escena de un tipo de intervención del maestro identificada como sintetizar ideas. En efecto, su emergencia está relacionada con el habla del profesor cuando solicita al grupo la enumeración de una serie de elementos que participan en un proceso (turno 1).

En este episodio se plantea que en el proceso de formación de la lluvia ácida intervienen dos compuestos: óxido de nitrógeno y el óxido de azufre. Estos compuestos al reaccionar con el vapor agua presente en la atmósfera producen disoluciones de ácidos nítrico y sulfúrico respectivamente.

Así, en el discurso de maestro emergen los nombres de estos compuestos, pero son referidos como los «contaminantes». Entonces la idea que se está revisando es precisamente esta, la que intenta dar cuenta de los compuestos químicos involucrados en la formación de la lluvia ácida.

Al parecer el profesor organiza las intervenciones para que los estudiantes mencionen a los compuestos, así una alumna (turnos 7 y 10) participa en la puesta en escena y acompaña a la intervención del maestro.

Es posible que el maestro en el curso de las acciones no sólo haya buscado la mención de los compuestos, sino ir más allá, permitiendo que los alumnos hagan otro tipo de comentarios aunque estos no correspondan con la clase de información que él esperaba (turnos 13, 15, 17 y 19). Esto es muy interesante porque se da el espacio para recuperar la «voz» de los estudiantes, quienes al participar en las interacciones en conjunto con el profesor contribuyen a crear una versión discursiva de la ciencia en el aula (Candela, 1999). En otras palabras, ellos (los estudiantes)

juegan un papel muy importante al participar en la dinámica de la clase, pues al proponer sus ideas en este plano público de las aulas, contribuyen a la construcción de explicaciones basadas en su conocimiento cotidiano que posiblemente en otros momentos vaya transformándose en una versión más cercana al conocimiento científico escolar (Candela, 1999; 2006b). De este modo van aprendiendo a reconstruir con palabras el sentido de su experiencia o lo que Lemke (1997) llama aprender a hablar ciencia.

Otro aspecto presente en este episodio es la forma en que el maestro presenta a la clase el tema de la lluvia ácida, pues lo hace desde el punto de vista de la ciencia.

Para tratar de explicar lo que significa esta postura, se retoman las palabras de Candela que al respecto dice: “En la escuela se pretende enseñar cómo se explican los fenómenos físicos (*o químicos, las cursivas son más*) desde el punto de vista de la ciencia, esto es, lo que realmente sucede o lo que son los hechos para la ciencia” (1999: 45).

Cuando el maestro habla acerca del fenómeno de la lluvia ácida, se observa que lo hace partiendo de una postura que pretende explicar cómo se produce éste, es decir, dar cuenta de la realidad en términos del discurso científico ya aceptado. Así la versión correcta, es sugerida por el currículum oficial (SEP, 2006) o en el libro de texto en los términos de la ciencia escolar (Barahona, 2006).

También se aprecia que en todo el episodio está presente un tipo de patrón temático (Lemke, 1997), el cual sirve al docente como una referencia al momento de presentar el contenido a los alumnos. Pues aquí la idea central es esta: existe un fenómeno llamado lluvia ácida y este es producto de la reacción del bióxido de azufre y del óxido de nitrógeno con el agua presente en la atmósfera, produciendo disoluciones de ácido sulfúrico y ácido nítrico que se precipitan en forma de lluvia.

En resumen, a lo largo de este episodio se ha visto como un tipo de intervención del maestro se relaciona con una acción en particular, en términos de la conducta verbal observada, en este caso una síntesis de ideas.

Mortimer y Scott (2003), sugieren que entre las acciones que un profesor puede tomar al hacer una síntesis de ideas están: resumir las conclusiones de un experimento, recapitular sobre las acciones de una lección anterior o revisar el progreso de la narración científica hasta el momento.

Para este episodio en particular la forma que toma esta síntesis de ideas puede ser descrita como la siguiente: pedir la identificación de los elementos que intervienen en un proceso.

Cuando el profesor demanda de los estudiantes la enumeración de los contaminantes que provocan la lluvia ácida, el habla se convierte en el recurso pedagógico que posibilita el trabajo con las ideas en el plano social del aula. Esto permite hacer énfasis en los aspectos más relevantes durante la elaboración de la narración científica.

Aunado a esto, la postura que adopta el profesor Juan para exponer el proceso que origina la lluvia ácida lo lleva a adoptar el punto de vista de la ciencia en su explicación. Así que para posicionar su discurso, el profesor Juan se remite a un determinado patrón temático bajo el cual trabaja con el contenido temático y regula las intervenciones de los estudiantes mediante los intercambios verbales que sostiene con ellos.

4.9 Episodio ocho. Si a alguna persona le cae esa lluvia ácida

En este episodio el maestro hace una recapitulación sobre la lluvia ácida y sus efectos. Comenzó preguntando a los jóvenes si tenían dudas al respecto.

Entre las preguntas que hicieron los alumnos se aprecia su preocupación por los posibles efectos de la lluvia ácida en las personas y la forma en que se puede saber que la lluvia es ácida.

El patrón de interacción identificado en este episodio expone que las sustancias presentes en la lluvia ácida (ácido sulfúrico y nítrico) al caer a la superficie terrestre alteran el pH del suelo afectando a las plantas y los árboles, y contaminando las fuentes de agua como ríos y lagos.

La transcripción completa que da cuenta los eventos descritos líneas arriba se muestra enseguida.

1. Maestro: Muy bien. Nada más aquí lo que me interesa saber, ¿cómo se forma y por qué se llama lluvia ácida? OK. Hasta aquí, ¿alguna duda? Jóvenes, señoritas, hasta aquí, ¿alguna duda?
2. Alumno 1: Profe...
3. Maestro: Hasta aquí, ¿alguna duda?
4. Alumno 1: Profe...
5. Maestro: A ver.
6. Alumno 1: Haz de cuenta que me salió una duda. Si alguna persona le cae esa lluvia ácida, ¿qué le pasa?
7. Maestro: Bueno, a nosotros no nos pasa absolutamente nada, porque son cantidades muy... pero si va a alterar lo que viene siendo el pH del suelo, va a alterar lo que viene siendo los árboles, ¿sí?, eh... las plantas. ¿Por qué? Porque el pH lo va, lo va a hacer más ácido. Cada una tiene un pH muchachos, para que lleve a cabo sus funciones vitales, ¿sí?, el promedio de hidrógeno que existe. Entonces, si ese pH, eh... esta acidez cae en el suelo y su pH aumenta o baja en cuestión de ser más ácido, pues entonces, se va alterar lo que viene siendo ese, ese, esa tierra y no puede ser fértil, ¿sí?
8. Alumno 1: ¿Y cómo podemos saber que es lluvia ácida?
9. Maestro: Ah... por la característica que tiene, ¿sí? No es una lluvia normal, la lluvia cuando cae normalmente es clara, bueno, ésta viene siendo un poco más oscurita, ¿sí? Yo recuerdo, jóvenes, señoritas... hace... si no me falla mi mente todavía, yo era un adolescente cuando cayó una lluvia ácida aquí, ¿sí?

Este... era hace un buen rato, no puedo precisar el año, porque no me acuerdo, pero lo que sí, lo que si recuerdo es que cayó agua, una lluvia ácida hace mucho tiempo, ¿sí? Yo siento, yo siento que este problema siempre va a suceder sobre todo, este problema, jóvenes, señoritas, sucede en lo que viene siendo Europa. En Europa, existen grandes cantidades de industrias que provocan este tipo de problemas, ¿sí? Yo no he visto que caiga aquí en... hace mucho tiempo ya, ¿sí?, no se ha visto. No lo he escuchado todavía. Entonces, para que se den una idea de que es una lluvia ácida, porque al principio cuando entramos, cuando entramos a ver lo que es lluvia ácida, todos decían no, es una destrucción, es un esto. No, simplemente estos contaminantes van transformando al momento de estar en contacto con el agua y se van formando otros compuestos, unas reacciones químicas, ¿sí? Unas reacciones químicas que al momento de que se acaba, o realiza, o se completa la reacción química se forman estos dos ácidos. Por eso, de ahí el nombre de lluvia ácida. Pero son estos dos elementos los que provocan este fenómeno, lo que son: el dióxido de azufre, se transforma en ácido sulfúrico y el óxido de nitrógeno se transforma en ácido nítrico, por eso de ahí el nombre de lluvia ácida. OK. Muy bien. ¿Alguna pregunta?

10. Alumno 2: Profe... entonces a los, a los humanos, cuando algunos de ese, de esos químicos nos tocan la piel, ¿no les pasa nada?
11. Alumno 3: ¿Ni a la ropa?
12. Maestro: ¡Claro! Va a corroer lo que viene siendo los metales. Va a corroer los metales, van a alterar lo que es el pH del suelo, eh... va a contaminar lo que viene siendo el agua, el agua de río, lagos, etc. Esos son los problemas que van a ocasionar este tipo de problemas, ¿verdad? Pero como les digo, este problema, este fenómeno lo vamos a ver en las zonas en donde se maneja mucha industria, muchas fábricas que arrojan tantos contaminantes a la atmosfera. Muy bien.

Al inicio de este episodio se puede apreciar que el maestro realiza un alto en la explicación del tema, al parecer quiere constatar si en el desarrollo de la narración científica todo el grupo tiene claro que es la lluvia ácida y algunos de sus efectos sobre el medio ambiente. Por ello invita a los alumnos a expresar sus dudas. De hecho, es notable la insistencia y el interés del maestro por animar la participación de ellos (turnos 1 y 3).

En el siguiente fragmento se puede apreciar cómo se ha invertido la forma convencional de interacción en las clases de ciencias, ahora son los alumnos quienes

formulan las preguntas y el profesor responde. Situación que es aprovechada por el docente para señalar las ideas que él considera importantes del tema a los estudiantes y que no se había trabajado en un momento anterior de la lección.

6. Alumno 1: Haz de cuenta que me salió una duda. Si alguna persona le cae esa lluvia ácida, ¿qué le pasa?

7. Maestro: Bueno, a nosotros no nos pasa absolutamente nada, porque son cantidades muy... pero si va a alterar lo que viene siendo el pH del suelo, va a alterar lo que viene siendo los árboles, ¿sí?, eh... las plantas. ¿Por qué? Porque el pH lo va, lo va a hacer más ácido. Cada una tiene un pH muchachos, para que lleve a cabo sus funciones vitales, ¿sí?, el promedio de hidrógeno que existe. Entonces, si ese pH, eh... esta acidez cae en el suelo y su pH aumenta o baja en cuestión de ser más ácido, pues entonces, se va alterar lo que viene siendo ese, ese, esa tierra y no puede ser fértil, ¿sí?

En su intervención anterior (turno 7), el profesor hace referencia a la alteración del pH (potencial de iones hidrógeno) del suelo causado por la lluvia ácida y su relación con la fertilidad de la tierra.

La explicación del profesor se hace desde el punto de vista de la ciencia, en este caso de la química. Su explicación se construye a partir de una lógica muy peculiar, es decir, desde la lógica de cómo suceden «realmente» o como son vistos por la ciencia.

En este punto del episodio se puede apreciar que la atención del profesor se centra en los efectos «no deseables» de la lluvia ácida en el ambiente en términos generales, en contraste con la inquietud de los alumnos sobre el daño que les provocaría si cayera sobre ellos, una dimensión personal.

En términos de la conducta verbal observada, se puede entender la acción de este profesor como una intervención que de acuerdo con Mortimer y Scott (2003) las intervenciones del profesor se centran en el trabajo con las ideas y el desarrollo de la narración científica. Se sigue entonces que las acciones del docente pueden ser: repetir una idea, invitar a un estudiante a repetir una idea, incluir su experiencia personal, implementar un intercambio confirmatorio con un estudiante o usar un tono de voz especial.

Para el episodio en cuestión, el profesor contribuye al desarrollo de la narración científica señalando las ideas clave que a su parecer deben ser tomadas en cuenta por los estudiantes. El profesor Juan expresa que la lluvia ácida no afecta a los seres humanos, pero si tiene efectos «no deseables» como alterar el pH del suelo afectando a las plantas y los árboles y contaminando los ríos y los lagos (efectos que no serán directos u observables a simple vista).

Es importante resaltar aquí la dimensión emotiva que se aprecia en este episodio. Por un lado, está la genuina preocupación de los estudiantes por las consecuencias que tendría la lluvia ácida sobre su persona, y por el otro, el esfuerzo del profesor por minimizar su inquietud, desviando su atención hacia otros efectos del fenómeno un poco más lejanos al daño directo sobre las personas.

Esto da cuenta de la singularidad del trabajo de este profesor al interactuar con sus estudiantes, pues no sólo procura que ellos externen sus dudas como un recurso para ampliar la comprensión de los temas o asuntos revisados durante la clase. Sino que también atiende aquellos aspectos relacionados con la dimensión afectiva que implica el trato con los adolescentes, incluso relatando parte de su historia personal.

En otras palabras, la siguiente pregunta es pertinente en el pensamiento de los jóvenes: ¿cabe la posibilidad de que la lluvia al ser ácida me afecte en alguna medida? El profesor resuelve la inquietud de los jóvenes centrando la discusión en los efectos «no deseables» de la lluvia ácida en el ambiente. Sin embargo, es notable la insistencia de los estudiantes al cuestionar de nueva cuenta al profesor sobre los efectos de la lluvia ácida al contacto con la piel o la ropa (turnos 10 y 11), pero el profesor insiste nuevamente en desviar la atención de los estudiantes hacia los efectos «no deseables» del fenómeno enumerando algunos de ellos que no están directamente relacionados con las personas (turno 12).

A través del habla este profesor pretende guiar a los estudiantes en el desarrollo de la narración científica. Su intervención desde una visión pedagógica tiene como objetivo llamar la atención de los estudiantes sobre los aspectos más relevantes del relato. Pero también se atiende la demanda de los estudiantes de asegurarse que no serán afectados por la lluvia ácida si llegaran a estar en contacto con ella.

Este tipo de acciones por parte del profesor responden a las exigencias y demandas propias de la cotidianidad del trabajo en el aula con los estudiantes, implica una reflexión sobre la dimensión práctica de la profesión docente (Schön, 1998).

De acuerdo con el planteamiento de Schön, si se piensa al docente como un profesional especializado y entrenado para la enseñanza en las escuelas, las decisiones que tome en el ejercicio de su profesión estarán orientadas por su experiencia y su competencia en determinado campo del saber.

También en este episodio llama la atención el patrón de las interacciones entre los participantes, al parecer este corresponde a un formato del tipo PR (pregunta-respuesta). Aquí las preguntas son propuestas por los estudiantes y el profesor responde. El tipo de aproximación comunicativa identificado es interactiva-dialógica.

Siguiendo a Mortimer y Scott (2003), mediante una aproximación interactiva-dialógica el profesor pone en el plano social del aula varias ideas con respecto a los efectos «no deseables» de la lluvia ácida, suministrando a los estudiantes información que no había sido revisada en otro momento de la lección.

Otro aspecto que aparece en este episodio y que también se ha abordado en otros episodios, es lo referente a la interpretación oral de textos. En relación a este aspecto del análisis, Rockwell comenta que de acuerdo con las pautas de interacción mediante las cuales el maestro integra el texto a la clase, puede ocurrir una variación. Puesto que en algunos casos aparece una restricción de la interpretación, “aunque el texto queda como una referencia paralela para los alumnos (1994:35).

Entonces probablemente sea éste el caso ya que el profesor propone y retoma interpretaciones que explicitan y amplían el contenido del libro de texto aportando nuevos ejemplos y, potenciando la construcción social del sentido de éste. También, resulta pertinente decir que él intercala aspectos de su propia biografía con la información proveniente de libro de texto (Barahona, 2006: 192), a manera de construir el sentido de la información dada y el conocimiento que ya se comparte con los alumnos (Edwards y Merecer, 1998).

9. Maestro: Yo recuerdo, jóvenes, señoritas... hace... si no me falla mi mente todavía, yo era un adolescente cuando cayó una lluvia ácida aquí, ¿sí? Este... era hace un buen rato, no puedo precisar el año, porque no me acuerdo, pero lo que sí, lo que si recuerdo es que cayó agua, una lluvia ácida hace mucho tiempo, ¿sí? Yo siento, yo siento que este problema siempre va a suceder sobre todo, este problema, jóvenes, señoritas, sucede en lo que viene siendo Europa. En Europa, existen grandes cantidades de industrias que provocan este tipo de problemas, ¿sí? Yo no he visto que caiga aquí en... hace mucho tiempo ya, ¿sí?, no se ha visto. No lo he escuchado todavía.

En este episodio se puede apreciar la puesta en escena de un tipo de intervención del maestro. Desde una postura pedagógica las intervenciones del maestro en determinado momento de la lección de ciencias destacan aspectos relevantes de las ideas que están siendo trabajadas en la lección. Estas intervenciones sirven de marco para las acciones del docente encaminadas a desarrollar la narración científica y hacerla disponible para todos los estudiantes.

Durante el curso de las interacciones documentadas en este episodio, emerge la preocupación de los estudiantes por los efectos «no deseables» de la lluvia ácida sobre su persona. La dimensión emotiva que se desprende de estos sucesos es atendida por el profesor, calmando a los estudiantes y desviando su atención a otros aspectos del fenómeno un poco más alejados de su experiencia cotidiana.

Por consiguiente, al repetir una idea clave el maestro trata de asegurar que mediante el habla los estudiantes se centren en otros efectos «no deseables» de la lluvia ácida como la alteración del pH del suelo o la contaminación de los ríos y lagos. De esta manera el profesor se asegura de trabajar con las ideas presentes en la narración científica y de apoyar a los estudiantes en la construcción del sentido de esta. En conclusión, a lo largo del episodio el profesor Juan trata de señalar las ideas clave relacionadas con el fenómeno de la lluvia ácida, pero no se logra del todo el objetivo, se aprecia cómo el interés de los estudiantes por cuestiones más cercanas a su experiencia cotidiana desvían el propósito del profesor.

Finalmente, las interacciones documentadas a lo largo del episodio dan cuenta de una forma de intervención que con frecuencia ocurre al final de un tema, dónde el docente trata de sintetizar lo relevante del tópico resolviendo al mismo tiempo las dudas que pudieran haber quedado en los alumnos.

Los episodios analizados en este capítulo fueron presentados en las secciones 4.2 a 4.9 y se han caracterizado aquí tomando como punto de referencia las categorías, el propósito de la enseñanza, la aproximación comunicativa y las intervenciones del maestro, propuestas en el marco analítico desarrollado por Mortimer y Scott (2003).

La interpretación que aquí se hace de los episodios no se restringe a tales constructos, sino que se ha tratado de integrar las ideas aportadas por otros autores (Edwards y Mercer, 1988; Lemke, 1997; Candela, 1999). Las ideas derivadas de sus investigaciones, han permitido hacer una descripción más rica de aquello que sucede cuando un docente (en este caso el profesor Juan) interactúa con sus estudiantes en el curso de una serie de lecciones de ciencias.

Ahora bien, después de haber analizado el trabajo del maestro Juan, se sabe que su estilo muy conversacional es una característica distintiva al momento de conducir su clase.

El profesor Juan es capaz de involucrar a los estudiantes en los intercambios verbales que permiten cumplir con un propósito de la enseñanza, desarrollar un tipo de aproximación comunicativa o bien intervenir para matizar aspectos clave del contenido que está siendo enseñado.

En este punto, el presente trabajo de investigación ha permitido caracterizar el discurso de un profesor de ciencias. Tal caracterización ofrece la posibilidad de comprender que está pasando mientras los estudiantes y profesor interactúan en el plano social del aula. Los episodios descritos en este capítulo ponen de manifiesto la manera en que el profesor Juan ayuda a los estudiantes a pensar con las ideas científicas y cómo apoya su apropiación.

Capítulo 5. Discusión final e implicaciones

5.1 Las conclusiones de la investigación

En esta sección se discuten los resultados de la presente investigación que describe la conducta verbal observable de un docente de ciencias en particular, en una escuela secundaria pública, para lo cual se adoptó una metodología de estudio de caso.

Este trabajo presenta una caracterización del habla de un docente de ciencias como recurso pedagógico, identificando los recursos verbales que pone en práctica para facilitar a los estudiantes el acceso a las ideas científicas.

En este contexto, se trata de dar respuesta a las preguntas de investigación que orientaron la reflexión y el análisis en este proyecto.

Pregunta general

En el contexto de la enseñanza de las ciencias a nivel de educación secundaria, ¿qué características tienen las intervenciones discursivas que despliega un docente en las interacciones con sus estudiantes?

Las preguntas específicas son: ¿Cómo utiliza el docente el habla para concretar algunas finalidades o intenciones pedagógicas?, ¿Cómo utiliza el docente el habla para recuperar las ideas de los estudiantes y compartir con ellos el punto de vista de la ciencia? y ¿Cómo utiliza el docente el habla para apoyar a los estudiantes en el desarrollo de ideas científicas, así como hacerlas disponibles a toda la clase?

De inicio, una de las razones por las que el profesor Juan fue elegido para participar en esta investigación, es que posee un estilo bastante singular para dar su clase, es decir, su estilo es interactivo. En el curso del análisis de los datos se pudo constatar que este profesor habla mucho con sus estudiantes al momento de explicar el contenido temático. También que ofrece el espacio para recuperar la “voz” de los estudiantes en el curso de las interacciones con ellos.

Con respecto a la pregunta general de investigación, lo que caracteriza el habla de Juan es que conlleva una diversidad de propósitos de enseñanza, también que alterna formas distintas de aproximación comunicativa o bien, que incluye diversos tipos de intervenciones.

En efecto, el habla permite el trabajo con el contenido científico que está siendo enseñado en un episodio determinado de la lección de ciencias. El habla del profesor permite explorar las ideas de los estudiantes, guiarlos para que piensen con las ideas científicas. También sirve para organizar las interacciones con los estudiantes que permiten averiguar qué piensan con relación a un determinado tema o que consideren un determinado punto de vista.

De la misma manera, el habla del profesor permite intervenir verbalmente para desarrollar la narración científica y así asegurar que esté disponible para todos los estudiantes. Esto es, ya sea señalando ideas clave, verificando la comprensión de los estudiantes o revisando ideas. Cabe señalar que si se hubieran analizado más episodios probablemente se hubieran encontrado otros aspectos.

En relación con la primera pregunta de investigación específica, Juan es un profesor que por medio del habla como recurso pedagógico, trabaja el contenido científico al interactuar con sus estudiantes, invitándolos a poner sus ideas en el plano social del aula. Además que explora los puntos de vista de ellos, partiendo de la discusión en torno a los temas tratados, tal y como sucede en el episodio: “¿Es mejor el efecto invernadero que el calentamiento global? (sección 4.4). Aquí, la emergencia de tres posturas (las cuales se describen en el episodio) pone de manifiesto qué piensan los alumnos y dan cuenta de su capacidad para participar en la construcción discursiva de la ciencia en el aula (Candela, 1999). Por medio de su “voz”, Juan guía la participación y regula las intervenciones de los estudiantes.

Otro aspecto observado en la conducta verbal de Juan, se refiere a la forma en que reelabora el contenido temático para ponerlo a disposición de los estudiantes, esto podría entenderse como la introducción de la narración científica (Mortimer y Scott, 2003). Cuando Juan junto con sus estudiantes escenifica este propósito de la enseñanza, está procurando facilitar la comprensión de las ideas y fenómenos. Aquí es notable el esfuerzo de Juan para que los estudiantes comprendan cómo las entidades químicas (átomos y moléculas) dan origen a un nuevo compuesto, tal y como lo refiere el episodio: “El ozono es una molécula” (sección 4.5).

Además en este mismo episodio, se puede advertir que el trabajo de Juan está siendo guiado por dos aspectos: la lógica del contenido y la lógica de interacción. Por un lado la lógica del contenido posibilita la manera de presentar el contenido científico escolar ante la clase (por medio de presentaciones orales de los estudiantes y apoyándose con una presentación en Power Point, proyectada sobre una pantalla), y por el otro, la lógica de interacción se refiere a la manera como van articulándose las intervenciones del profesor Juan con las de sus alumnos. Esto muestra la forma en que el habla de profesor sirve para introducir en la clase una especie de relato (la

narración científica), que da cuenta de los aspectos más relevantes del contenido temático expuesto.

A través del habla, Juan guía a sus estudiantes a pensar con las ideas científicas en el curso de las interacciones con ellos. Al parecer el objetivo es que los estudiantes vayan incorporando a su discurso las ideas científicas, tal y como ocurre en el episodio: “¿Qué está provocando este tipo de problemas?” (sección 4.2). En este caso, las ideas científicas se refieren a las causas del calentamiento y sus efectos sobre la Tierra. Resulta crucial entonces la guía del profesor para que los alumnos tengan la oportunidad de hablar y pensar sobre el contenido que está siendo presentado.

Recapitulando sobre la primera pregunta específica, se puede apreciar que las acciones de Juan llevan en si un determinado propósito. Así a partir del análisis los propósitos identificados en el habla de Juan son: explorar los puntos de vista de los estudiantes, introducir la narración científica y guiar a los estudiantes a pensar con las ideas científicas. De acuerdo con Mortimer y Scott (2003), cada propósito de la enseñanza identificado, explica qué está tratando de lograr Juan y describe cómo trabaja él con sus estudiantes el contenido científico escolar en un episodio de la lección de ciencias.

Con respecto a la segunda pregunta específica de investigación, se han identificado en los datos analizados dos maneras a través de las cuales, Juan trabaja con sus estudiantes para desarrollar las diversas ideas en correspondencia con el contenido científico.

Cuando Juan utiliza una aproximación interactiva-autoritativa intenta que los estudiantes den sus puntos de vista basados en la información que ya poseen sobre el efecto invernadero, tal y como se aprecia en el episodio: “¿Cómo se lleva a cabo el efecto invernadero? (sección 4.3). Desde una postura pedagógica, a través del habla Juan pretende llevar a los alumnos a adoptar un punto de vista concreto sobre el fenómeno en discusión (el efecto invernadero). Por medio del habla, él dirige la atención de los estudiantes hacia la información que juzga relevante desde el punto de vista de la ciencia (Mortimer y Scott, *op. cit.*).

Llama la atención que en el curso del desarrollo del episodio “¿Cómo se lleva a cabo el efecto invernadero? (sección 4.3), se da un desplazamiento sobre el objeto de la explicación, inicialmente se discute sobre cómo se produce el efecto invernadero para terminar hablando del calentamiento global. Posiblemente Juan intentaba establecer la diferencia entre los dos fenómenos, pero asentando que uno causa el otro. El profesor por medio del habla organiza las interacciones con los

estudiantes para que ellos reconozcan a los gases que originan el efecto invernadero como un fenómeno atmosférico.

De este modo, se puede afirmar que una aproximación interactiva-autoritativa no sólo sirve como telón de fondo para organizar el habla en el aula y presentar el contenido temático. También pauta la participación de los estudiantes en la discusión de las ideas y la elaboración de los significados.

El profesor puede verificar si los estudiantes han realizado la lectura previa a la presentación del tema en la clase o dirigir sus preguntas para que ellos adopten un punto de vista en particular como el de mayor cercanía con el de la ciencia.

Parece ser que cuando la meta del profesor es que los estudiantes hagan públicas sus ideas respecto a un determinado fenómeno, entonces el habla se organiza a través de una aproximación comunicativa interactiva-dialógica (Mortimer y Scott, *op. cit.*). En el episodio “La lluvia ácida” (sección 4.7), Juan guía a sus estudiantes a través de una serie de preguntas con el objetivo de invitarlos a que expresen sus puntos de vista. Las respuestas que los estudiantes ofrecen no son explícitamente evaluadas por el profesor, sino que se les involucra en secuencias largas de turnos de habla para que ellos den respuestas más elaboradas. Aunque con su última intervención sí parece hacer una evaluación general.

Por lo tanto el habla de Juan en tanto recurso pedagógico, alienta la participación de los estudiantes involucrándolos en la actividad. El profesor explora las ideas que tienen respecto a la lluvia ácida, como un evento previo a la presentación formal del tema.

Finalmente, la utilidad de la aproximación interactiva-dialógica, consiste en crear puentes para la comprensión entre las ideas cotidianas de los estudiantes (respecto a un tema determinado) y las explicaciones más formales del contenido científico escolar.

La tercera y última pregunta específica de investigación, trae a la discusión la forma en que el profesor trabaja con los estudiantes en el desarrollo de la narración científica y cómo la hace disponible para todos los estudiantes. Esto es lo que Mortimer y Scott (2003) han identificado como las intervenciones del maestro.

En términos de la conducta verbal observada, las intervenciones del profesor representan un trabajo detallado con las ideas científicas que están siendo presentadas en el plano social del aula.

El profesor puede contribuir al desarrollo de la narración científica y lo hace señalando ideas clave, tal y cómo se aprecia en el episodio: “Si a alguna persona le cae esa lluvia ácida” (sección 4.9). Durante el desarrollo del episodio, Juan pide a los estudiantes que externen sus dudas. Una de ellas y la más importante por la

dimensión emotiva que revela, se refiere a los efectos de la lluvia ácida sobre ellos. Con suma habilidad, Juan se centra en los efectos “no deseables” de la lluvia ácida sobre otros objetos y seres vivos e insiste en repetir esta idea. Juan acepta la genuina inquietud de los estudiantes y trata de calmarlos, enfatizando que a los seres humanos no les pasa nada si están en contacto con la lluvia ácida.

El habla de este profesor como recurso pedagógico media para que los alumnos externen sus dudas, pero también sirve para ampliar la comprensión de los temas vistos durante el curso de la lección.

Aunque está presente la preocupación de los estudiantes por los efectos de la lluvia ácida al contacto con la piel, con otras personas o con la ropa, Juan insiste en la importancia de otros efectos ambientales de este fenómeno, los cuales son un poco más lejanos a su experiencia concreta y cotidiana.

Por otro lado, el contenido del libro de texto es un importante referente para las explicaciones que construyen tanto el profesor como los estudiantes. La palabra escrita se resignifica en el curso de las interacciones entre los participantes aportando elementos centrales para la construcción colectiva del sentido del contenido que está siendo enseñado éste (Rockwell, 1994).

Una manera en que Juan trabaja con las ideas científicas, se da cuando llama la atención de los estudiantes sobre los efectos de los clorofluorocarbonos (CFC) en el ozono, tal como lo refiere el episodio: “Los clorofluorocarbonos” (sección 4.6). Resulta interesante la forma en que hace disponible la información para toda la clase y la recuperación que hace de las ideas en el texto de la diapositiva proyectada.

Juan verifica la comprensión de las ideas de los estudiantes al solicitarles la explicación de un elemento presente en la narración científica. En este caso, se demanda de ellos que expliquen qué hacen los CFC al interactuar con el ozono.

Además, es mediante el habla como recurso pedagógico que Juan desarrolla un tipo de intervención, es decir, él trata de verificar la comprensión de los estudiantes al solicitarles la explicación de un elemento en particular de la narración científica: los clorofluorocarbonos. De esta manera se invita a los estudiantes a participar en la construcción colectiva del sentido del texto (Rockwell, 1994), lo cual se aprecia en las reelaboraciones que hacen los participantes (maestros y alumnos) al interpretar el contenido presentado en el texto, facilitando la comprensión de las ideas.

Otra forma de trabajar con las ideas se aprecia cuando Juan a través del habla, organiza las intervenciones de los estudiantes para que mencionen a los compuestos que intervienen en el proceso de la lluvia ácida, tal y cómo se muestra en el episodio: “Los contaminantes para que ocurra la lluvia ácida” (sección 4.8).

Pero concretamente, ¿qué hace Juan? Inicialmente solicita la enumeración de los elementos que intervienen en el proceso de la lluvia ácida, aquí él habla en tanto recurso pedagógico, posibilita la revisión de las ideas de los estudiantes. O sea que gestiona el espacio para recuperar las “voz” de los estudiantes, quienes contribuyen a crear una versión discursiva de la ciencia en aula (Candela, 1999), basando los comentarios en su conocimiento cotidiano.

De esta manera se dan las oportunidades para que los estudiantes expresen mediante palabras el resultado de su experiencia, aprendiendo a hablar ciencia (Lemke, 1997).

Así, en el curso de las interacciones con sus estudiantes, Juan se las arregla para que ellos participen en la tarea escolar de elaborar conocimiento sobre las ideas científicas presentes en el contenido que está siendo enseñado. De ahí que las intervenciones del maestro tienen la finalidad de apoyar el desarrollo de la narración científica haciéndola disponible para todos los estudiantes.

Aunque el foco de esta investigación ha sido el modo tan singular en que Juan usa el habla como un recurso pedagógico al interactuar con sus estudiantes, no se puede pasar por alto el papel activo que ellos tienen en los intercambios verbales que sostienen con él. Los estudiantes en el curso de las interacciones con su profesor, cuestionan, exponen sus dudas y preocupaciones, etc., pues es evidente que se involucran intelectualmente.

En los episodios analizados se presenta una descripción rica de la manera tan singular de trabajar de este docente de ciencias.

Al parecer de manera natural, él despliega una serie de recursos verbales para apoyar a sus estudiantes en la comprensión de las ideas científicas, que son presentadas en el curso de un grupo de lecciones de ciencias.

La literatura revisada ha puesto de manifiesto desde diversos enfoques las formas en que el discurso docente acompaña y dirige el trabajo con los estudiantes cuando se trata de enseñar ciencias (Candela, 1999; Lemke, 1997).

Pero las ideas propuestas por Mortimer y Scott (2003) han apoyado en la caracterización del discurso de Juan. Así al retomar tres categorías analíticas a saber, el propósito de la enseñanza, la aproximación comunicativa y las intervenciones del maestro, se trató de hacer una descripción más rica de los recursos verbales que este profesor utiliza y pone en práctica en el curso de las interacciones con sus estudiantes.

No se puede pasar por alto la presencia del libro de texto, que durante el análisis de los datos surgió como el principal referente de las interpretaciones del contenido científico escolar que es abordado en las clases de ciencias. Las ideas de

Rockwell (1984) en relación a la interpretación oral de textos, permitió entender cómo se resignifica el contenido del libro de texto durante las intervenciones de los participantes. Es decir, en el curso de sus intervenciones tanto el docente como los estudiantes no exponen la información tal y como aparece en el libro de texto, el contenido se transforma al verbalizarse. Pues se le añaden datos provenientes de su experiencia cotidiana o de otras fuentes (e.g. la televisión, el Internet, el cine, etc.) y que contribuyen a darle sentido a la información que está siendo comunicada.

Una de las razones para hacer esta investigación es documentar el discurso del docente con un sentido pedagógico, particularmente en el nivel de educación secundaria. Pese a la introducción paulatina de recursos tecnológicos como el pizarrón electrónico, el internet, los videos, etc., la enseñanza de las ideas científicas sigue estando centrada en el lenguaje verbal como principal medio de comunicación en el contexto del aula.

Con relación a esto, se ha tratado de mostrar a lo largo del análisis que esto es un hecho. Se advierte que al margen de la presencia de recursos tecnológicos, el “habla” del profesor es fundamental al tratar de hacer disponibles las ideas científicas para toda la clase, lo mismo que para apoyar en la construcción del sentido de éstas y en su posterior apropiación.

El profesor y los estudiantes comentan y discuten las ideas científicas que están siendo presentadas en el plano social del aula, y es aquí que el trabajo del docente resulta fundamental para que los estudiantes se apropien de una nueva forma de hablar de la naturaleza y sus fenómenos, esto es, que aprendan a hablar ciencia (Lemke, 1997). Así los modos de comunicación propios de la ciencia son aprendidos por primera vez en las aulas, donde los alumnos se ven inmersos en la construcción dialógica de los significados, hablando y pensando con las ideas científicas por si mismos (Mortimer y Scott, 2003).

En el contexto de la enseñanza de las ciencias es un tema recurrente hacer recomendaciones como “tomar en cuentas las ideas de los alumnos”, “desarrollar el pensamiento científico de los alumnos”, “apoyar la elaboración de significados”, entre otras, para las cuales rara vez se dan orientaciones específicas.

Al respecto este trabajo de investigación se ha centrado en averiguar cómo un profesor de ciencias desarrolla ciertas estrategias de interacción verbal con sus estudiantes para retomar sus ideas y conducirlos a las de la ciencia. Esto nos ayuda a comprender la dinámica del discurso y a estar mejor posicionados para ilustrar cómo se puede concretar en el aula ciertas recomendaciones de corte pedagógico como las descritas líneas arriba.

En el análisis hay evidencia de la forma en que este profesor, hace un esfuerzo por tomar en cuenta las ideas de los estudiantes. Esto es, Juan gestiona el espacio para que los estudiantes hagan público lo que piensan respecto al contenido que está siendo presentado, en un momento determinado de la lección. Así en el curso de las acciones reseñadas en los episodios analizados se puede apreciar la forma en que gestiona este espacio y permite que en los intercambios verbales que sostiene con sus estudiantes, emerja la “voz” de ellos, permitiendo que ellos traigan al plano social del aula sus ideas.

Se puede advertir que el estilo que tiene este profesor para conducir su clase (muy interactivo) da la oportunidad a los estudiantes para que expresen sus opiniones con relación al contenido que está siendo enseñado. Juan habla pero también es importante que los alumnos hablen y esto al parecer es muy natural en este profesor.

Al interactuar con los estudiantes, Juan busca conocer la opinión de los estudiantes, que hablen, que opinen, que participen, que se involucren en las discusiones con él o con sus pares. El habla permite sobre todo una actividad verbal e intelectual en la que se involucran todos.

Finalmente Juan es un ejemplo de cómo un profesor de ciencias de una escuela secundaria pública y al margen ciertas limitaciones conceptuales, carencias materiales y hasta la presencia de los recursos tecnológicos, se vale de su “voz” como recurso pedagógico fundamental para aproximar a los estudiantes a las ideas científicas. De esta manera asegura la participación de ellos la construcción discursiva de la ciencia en el aula (Candela, 1999), acercándoles a esa comunidad más amplia de personas que hablan ciencia (Lemke, 1997), pero partiendo de los significados y del conocimiento que se comparte (Edwards y Mercer, 1998).

Por otra parte este estudio de caso, puede servir como una documentación de algunas prácticas exitosas que en contextos de aula informan sobre el uso de lenguaje verbal para la enseñanza de las ciencias en las escuelas secundarias públicas. Sin embargo, pese a poner todo su esfuerzo, el profesor no siempre logra sus finalidades como se pudo apreciar en los episodios 4.9 y 4.6.

Los resultados de este trabajo de investigación podrían derivar en recomendaciones para el desarrollo de programas de desarrollo profesional para los profesores en formación y en servicio, con la intención expresa de entrenar a los docentes de ciencias en el uso de su “voz” como un recurso pedagógico. Así la oportunidad de conocer y entender los usos del “habla” del profesor para trabajar el contenido científico escolar, se sumarían a las destrezas para el uso de otros recursos que ya existen en el aula, tales como el pizarrón electrónico, la computadora, el cañón, etc.

Pero la importancia de poner el acento en el “habla” del profesor como recurso pedagógico, responde al hecho de que la enseñanza de las ciencias, al menos en el nivel de educación básica (primaria y secundaria), sigue estando centrada en el lenguaje verbal como el principal medio de comunicación de las ideas relacionada con el mundo de las ciencias.

Como se ha mostrado a lo largo de esta investigación, el conocimiento del “habla” del profesor como recurso pedagógico permite enriquecer el trabajo con los estudiantes. En otras palabras, el profesor sabe cómo organizar el trabajo a partir de las intenciones o fines pedagógicos que persigue con respecto al contenido científico que está siendo enseñado, igualmente cómo relacionar las diferentes ideas que están siendo presentadas en el plano social del aula, o cómo intervenir para que las ideas científicas estén disponibles para toda la clase y al mismo tiempo apoyar en su posterior internalización.

Finalmente, aquí se muestra una caracterización del “habla” del profesor que posee un estilo particular para conducir su clase, esto en el contexto de una escuela secundaria pública ubicada en una zona de bajos recursos. Por lo tanto, las observaciones hechas en torno a la conducta verbal observada en este profesor son un ejemplo de lo que un buen profesor puede hacer para apoyar la construcción del conocimiento científico de sus alumnos. También puede tomarse como un referente para posteriores estudios. En concreto, el análisis presentado en este trabajo expone cómo el “habla” del profesor es un recurso pedagógico que apoya la elaboración de significados en las clases de ciencias.

Por otro lado, al igual que Juan, es posible que haya maestros que usen su “voz” para aproximar a los estudiantes a las ideas científicas, pero también puede ocurrir que otros docentes no lo hagan. Esto abre la posibilidad de hacer un estudio más amplio, involucrando más casos, para encontrar diferencias y similitudes entre los diversos estilos de enseñanza. Los trabajos realizados en este sentido, podrían arrojar más evidencia que informen cómo usar en los diversos espacios de formación docente y de actualización del magisterio, el “habla” del profesor como un recurso pedagógico en las aulas de ciencias.

Por otro lado, el enfoque metodológico usado en este trabajo se podría utilizar en otros contextos tales como la enseñanza de asignaturas científicas impartidas en los niveles medio superior y superior, en las escuelas formadoras de técnicos (e.g. Conalep¹⁶, Cbtis¹⁷, Cetis¹⁸, etc.) e ingenieros (e.g. Institutos Tecnológicos,

¹⁶ Colegio nacional de formación profesional técnica.

¹⁷ Centro de bachillerato industrial y de servicios

¹⁸ Centro de estudios tecnológicos industrial y servicios

Universidades Tecnológicas, Universidades Politécnicas, etc.). En la experiencia de quien esto escribe, la enseñanza de los temas científicos sigue dándose por medio de lenguaje verbal (en mayor medida) y muchas de las veces se da por sentado que los profesores de estos niveles al ser especialistas en una área determinada, cuentan con los recursos pedagógicos necesarios para una enseñanza efectiva de la materia.

Un trabajo de tipo exploratorio podría decirnos qué pasa en estos espacios de formación media superior y superior y facilitaría la elaboración de recomendaciones para formar a los docentes de estos niveles en el uso de la “voz” como un recurso pedagógico que incida en la mejora continua de su labor educativa.

Anexo A

Enseñanza de las Ciencias en Secundaria Cuestionario para docentes

El presente cuestionario tiene por objeto ampliar la información disponible sobre su labor docente. Sus respuestas serán tratadas con absoluta confidencialidad.

A continuación escriba por favor sobre las líneas los datos solicitados.

Nombre: _____

Nombre del centro de trabajo: _____

Clave: _____ Zona escolar: _____

Municipio/Ciudad: _____ Estado: _____

Turno en que labora: _____

1. Por favor indique las materias que imparte en este centro de trabajo.

MATERIA	GRUPOS

2. Indique por favor los estudios realizados.

Normal Básica

Normal Superior

Estudios Universitarios

Maestría

Otro _____

Especialidad: _____

Área: _____

Especialidad: _____

3. ¿Actualmente labora en otro centro de trabajo?

4. En caso de ser afirmativa su respuesta a la pregunta anterior, por favor indique:

Nombre del centro de trabajo:

Nivel (primaria, secundaria, preparatoria, etc.):

Turno en que labora:

Materias que imparte:

5. En caso de desempeñar otra actividad profesional, por favor indique cuál.

6. ¿Cuántos años tiene de experiencia docente?

7. ¿Cuántos años tiene como docente de ciencias?

8. ¿Cuántos años tiene de experiencia trabajando con el nuevo programa de Ciencias I (énfasis en Biología)?

9. ¿Ha participado en alguna prueba piloto antes de la implementación del nuevo programa de estudios en el área de ciencias? Explique brevemente.

10. Cursos de actualización tomados en los últimos 4 años.

† Cursos nacionales, estatales, de sector o zona

† Uso de tecnología en el salón de clases

† Enseñanza de las ciencias

† Evaluación en el salón de clases

† Otro 1 _____

† Otro 2 _____

11. Mencione el nombre del libro de texto que usa para el programa de Ciencias I.

12. ¿Ha sido videograbado dando su clase con anterioridad? Explique brevemente.

13. ¿Ha recibido algún apoyo técnico-pedagógico para la implementación del nuevo programa de estudios de Ciencias I? Explique brevemente.

14. Hasta el momento, ¿cómo se siente impartiendo clases conforme al nuevo programa de Ciencias I? Explique brevemente.

15. En el contexto de este proyecto se considera la realización de un taller sobre la enseñanza de las ciencias, ¿qué aspectos le gustaría que se abordaran en el taller? Explique brevemente.

Gracias por su amable colaboración.

Referencias

- Ametller, J. (2008) "Metodologías relacionadas con la utilización del video en la enseñanza de las ciencias", ponencia presentada en el *XXIII Symposium: Research Methodologies in Science Education Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Almería, España.
- Barahona, A. (2006) *Biología, Ciencias I*, México, Castillo.
- Barragán, C. (2005) *Hablar en clase: Cómo trabajar la lengua oral en el centro escolar*, España, Grao.
- Bryman, A. (2004) *Social Research Methods*, New York, Oxford.
- Buty, C. y E. Mortimer (2008) "Dialogic/Authoritative Discourse and Modelling in a High School Teaching Sequence on Optics." *International Journal of Science Education*, 30(12):1635-1660.
- Candela, A. (1990) "La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria entre la actividad experimental", Tesis de maestría, Departamento de Investigaciones Educativas (DIE), México, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).
- Candela, A. (1991). "Argumentación y conocimiento escolar. Enseñanza de la Ciencia", *Infancia y Aprendizaje*, :13-28.
- Candela, A. (1999) *Ciencia en el Aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*, México, Paidós.
- Candela, A. (2001a) "Corrientes teóricas sobre el discurso en el aula." *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 6(2): 317-333.
- Candela, M. A. (2001b) "La Construcción discursiva de la Ciencia en el aula", DIE-Cinvestav, :13-18.
- Candela, A. (2003). "Investigación en las aulas: avances y perspectivas" en. *International Workshop on Cultural Historical Traditions*, España.
- Candela, A. (2006a) "Comentarios a los programas de Ciencias I, II y III en el marco de la RES", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11: 1451-1462.
- Candela, A. (2006b) "Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: Un estudio etnográfico en las aulas de la escuela primaria", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30): 797-820.
- Candela, A. (2007) "Los Alumnos y la ciencia en el Aula", ponencia presentada en la. Primera Reunión Nacional de Investigación sobre la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología. México, D.F.
- Creswell, J. W. (2003) *Research Design. Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*, California, SAGE.
- Cubero, R. (2001) "Los maestros y los alumnos conversando: el encuentro

de las voces distantes”, *Investigación en la escuela*, 45: 43-62.

Erickson, F. (1989) “Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza” en Wittrock, M. (comp.) *La investigación de la enseñanza II*, Paidós, México, pp. 195-301.

Flick, U. (2007) *Introducción a la Investigación Cualitativa*, Morata, Madrid.

Goetz, J. P. y. M. D. LeCompte. (1998), *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*, Madrid, Morata.

Guerra Ramos, M. T. (2005) “Ideas about Science in Mexican Primary Education: Curriculum Demands and Teacher’s Thinking”, Tesis doctoral, Universidad de Leeds, Leeds.

Guerra Ramos, M. T. (2011) *Cognición situada y habilidades comunicativas de los docentes de ciencias*, en García Horta, J. B. y Campillo Toledano, C. (Eds.), *Escenarios y actores educativos*. México: UANL, pp. 149-175.

Guillaumin, G. (2005) *El surgimiento de la noción de evidencia: Un estudio de epistemología histórica sobre la idea de evidencia científica*, México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Ha, E. y. J. Song. (2009) "Patterns of Linguistic Communication in Teaching and Learning Science: A Case Study of Korean Middle School Science Classes", *International Journal of Science Education*, 31(2): 173-192.

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, INEE (2008) *Panorama Educativo de México 2007: Indicadores del Sistema Educativo Nacional*, INEE, México.

Jiménez, M. y J. Díaz (2003) "Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas", *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3): 359-370.

Kress, G. et al. (2001) *Multimodal Teaching and Learning: The Rhetorics of the Science Classroom*, Londres, Continuum.

Lemke, J. (1997) *Aprender a hablar ciencia*, Paidós, Barcelona.

Lemke, J. (1998) “Analysing Verbal Data: Principles, Methods and Problems” en B. J. Fraser y K. G. Tobin (eds) *International Handbook of Science Education*, Gran Bretaña, Kluwer Academic Publishers.

Lira Morales, V. H. y Guerra Ramos, M. T. (2009). *Aproximaciones comunicativas en un aula de ciencias en educación secundaria*. Memoria Electrónica del X Congreso Nacional de Investigación Educativa. Veracruz, México. 21-25 de Septiembre de 2009.

- Lucca Irizarry, N. y. Reinaldo Berríos Rivera (2003) "Estudio de caso" en *Investigación Cualitativa en Educación y Ciencias Sociales*, Hato Rey, Puerto Rico, Publicaciones Puertorriqueñas, pp. 226-267.
- Merriam, S. B. (2001) *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*, San Francisco, Jossey-Bass.
- Miles, M. B. (1994) *Qualitative Data Analysis*, SAGE, California.
- Miranda y Reynoso (2006) "La Reforma a la Educación Secundaria en México: Elementos para el debate", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31): 1427-1450.
- Mortimer, E. (1998) "Multivoicedness and Univocality in Classroom Discourse: An Example from Theory of Matter", *International Journal of Science Education*, 20(1): 67-82.
- Mortimer, E. y. P. Scott (2003) *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*, Open University Press.
- Ogborn, J. et al. (1996) *Explaining Science in the Classroom*, Buckingham, Open University Press.
- Patton, M. (1990) *Purposeful Sampling. Qualitative Evaluation and Research Methods*, Newbury Park, SAGE.
- Pozo, J. I. y M. A. Gómez Crespo (2004) *Aprender y enseñar ciencia*, Madrid, Morata.
- Robson, C. (2002) *Real World Research*, USA, Blackwell.
- Rockwell, E. (1994). "Palabra escrita, interpretación oral: los libros de texto en la clase", *Documento DIE* 33, pp. 23-38.
- Rodríguez Gómez, G. (1999) *Metodología de la investigación cualitativa*, Málaga, Algibe.
- Schön, D. (1998) *El profesional reflexivo: Cómo piensan los profesionales cuando actúan*, Barcelona, Paidós.
- Scott, P. (2007) "Dialogic Teaching in Science Classrooms", ponencia presentada en The International Conference on Technology and Educational Innovation. Monterrey, México.
- Sinclair, J. and Coulthard, M. (1975). *Toward an Analysis of Discourse: the English Used by Teachers and Pupils*. Oxford University Press.
- Secretaría de Educación Pública, SEP (1993) *Plan de Estudios*, México, SEP.
- SEP (2001) *Programa Nacional de Educación 2001-2006*, México, SEP.
- SEP (2006) *Plan de Estudios. Programas de Ciencias I, II y III*, México, SEP.

- Stake, R. E. (2007) *Investigación con estudio de casos*, Madrid, Morata.
- Sutton, C. (1992) *Words, Science and Learning*, Buckingham Open University Press.
- Sutton, C. (2003) "Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje", *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21: 21-26.
- Vygotsky, L. S. (1995) *Pensamiento y lenguaje*, Paidós, Barcelona.
- Yin, R. K. (2003) *Case Study Research. Design and Methods*, SAGE, California.