



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
Departamento de investigaciones Educativas

CINVESTAV
IPN
ADQUISICION
DE LIBROS

**EL "DECIR DEL ALUMNO": UN ESTUDIO SOBRE LA
EXPRESIÓN DEL PENSAMIENTO INFANTIL EN EL AULA**

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

Presenta



Ana Isabel León Trueba
Química

Directora de tesis

María Antonia Candela Martín
Doctora en Ciencias

Febrero, 2004

AGRADECIMIENTOS

PRELUDIO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. El pensamiento infantil y la enseñanza de las Ciencias Naturales

1. Concepciones alternativas de los estudiantes
2. Concepciones alternativas de los estudiantes y la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica

La Reflexión Teórica y Metodológica

CAPÍTULO 2. El pensamiento infantil sobre el mundo físico

1. El pensamiento del niño: ¿onírico o racional?
2. El pensamiento del niño: ¿incomunicable?
3. La palabra y el pensamiento del niño
4. Consideraciones metodológicas

La investigación

CAPÍTULO 3. Contexto de la investigación

1. El proyecto: Alternativas para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales
2. El origen de las interrogantes
3. El sustento empírico de la investigación

CAPÍTULO 4. Evaporación-combustión: ¿dos fenómenos similares?

1. Humo-vapor: ¿alguna diferencia?
2. Moléculas: entidades contenidas en...
3. Evaporar: ¿palabra con múltiples significados?
4. El fenómeno de combustión: ¿una evaporación?
5. Sentidos nuevos: sentidos metafóricos

CAPÍTULO 5. El decir del alumno

CAPÍTULO 6 El decir del alumno y el discurso escolar

1. Los fenómenos de evaporación y combustión en los libros de texto
2. El "decir del alumno" en dos clases de Ciencias Naturales
3. El "decir del alumno" : ¿oponente no reconocido?
4. "Palabras puente": ¿disfraz de la incomunicación?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

A mi padre, quien,
no se por que caminos
y veredas, me trasmitió el deseo
de comprender la naturaleza humana

A mis hijos
Emiliano y Genaro
porque los amo entrañablemente

A Félix, mi compañero
su amor y su apoyo están detrás de
cada una de las palabras que aquí he escrito

Preludio

En los trazos de las palabras^[1]

Las palabras fluyen de los labios de los niños, con ellas intentan describir lo ocurrido en la sesión de laboratorio del día anterior: *"empezó a salir vapor, se hizo líquida, líquida y luego se quemó", "lo primero es que salía poco humo y...luego salían burbujas pequeñas y luego grandes, se estaba saliendo el agua con mucho humo" "salió vapor" "hizo que el agua se consumiera, se evaporizara" "nosotros pusimos goma y empezó a salir como un líquido...y empieza a salir humo y se empezó a deshacer"*

La maestra frente al grupo, intenta cortar el flujo de palabras en aquel punto que puede dar sentido (el suyo) a lo dicho, una y otra vez expresa: *"bien, a ver", "aja"*, dejando que el flujo de palabras continúe, en espera atenta...

En los escasos minutos que la maestra abre a las palabras de los alumnos, antes de que ella imprima el primer corte, yo, en mi posición de "observador" , que se atreve a escribir, a detener en el tiempo aquello (lo que se dice) que no fue creado para eso sino para que dejara de existir en el momento exacto en que aparecía, puedo cortar en otro punto esa cadena de palabras y encontrar otros sentidos, distintos, tal vez irreconocibles para el que pronunció las palabras (el alumno) y para el que las escuchó (el maestro).

"lo primero es que salía poco humo y...luego salían burbujas pequeñas y luego grandes, se estaba saliendo el agua con mucho humo" Del agua "sale" humo; el humo "sale" del agua cuando se calienta; el agua entonces tiene que contener humo o bien éste se produce cuando el agua se calienta y sale de ésta; el humo se separa del agua cuando ésta se calienta pues sale de ella; el agua es algo que puede dividirse en humo y agua...

Pretendo entonces buscar otros sentidos posibles, sentidos que aparecen muchas veces como anclados a palabras, palabras que no quieren ser dichas pero que surgen de no se sabe donde^[2]: *"...se estaba saliendo el agua con mucho humo" "¿humo?" "se llama vapor"; "...en sus registros encontré que usaban la palabra humo..." "es vapor nada mas que yo me equivoqué y puse humo"*.

Parto entonces de la palabra, palabra que "no conduce a lo que ella significa, que no nos asegura (como en el chiste) su referente" (Masotta, 1986: 59). Palabra que adquiere su sentido sólo en relación a las otras palabras que

constituyen la cadena de significantes (valor del signo de Saussure; concepto de puntada de Lacan); palabras que al ser dichas esconden "un decir".[3]

"Decir" que tiene que ver con la "intimidad" del sujeto, en tanto que la palabra puede ser también signifiante de un sentido subjetivo, en tanto puede ser un símbolo "motivado" como lo llama Piaget, en oposición a social, que para él es característica del signo.

Es por esto que mi lectura será una lectura en los trazos que deja el fluir de las palabras.

Escrito un día olvidado de 1991

Ana Isabel

[1] Para leerse al principio, y si esta tesis cumple su propósito, re-entender al final

[2] La búsqueda de significación, no está en el referente, no está en aquello a lo que la palabra remite como su significado, sino en lo que ocurre en la cadena del discurso. (Masotta, O. , 1986: 65)

[3] "lo dicho no existe sin 'el decir' " Lacan (citado en: Dor, J.,1986:135)

A modo de introducción

Esta introducción como seguramente ha sucedido con muchas otras, es escrita al final, cuando todo lo demás ya está escrito, o al menos eso desea creer el autor del texto. Debiera ser una presentación "formal" de la investigación, una síntesis del contenido del trabajo, en fin, todo aquello que esperamos que contenga una introducción. Eso me había yo propuesto escribir, pero cuando me senté frente a la deslumbrante blancura de la pantalla de mi computadora y empecé a hacer el último recuento de todo lo expresado, de todo lo vivido, de todo lo que está detrás de lo realizado, me di cuenta que en lo más profundo del origen de este trabajo y de todo el trabajo que he venido realizando sobre el pensamiento infantil está una interrogante profundamente personal, difícilmente expresable, que en estos momentos puedo enunciar como una interrogante sobre la relación del sujeto y la realidad, sobre el papel que juega el proceso de construcción de una realidad física en las posibilidades de constitución del propio sujeto. Expreso todo esto, por una especie de lealtad al lector, creo que es importante que sepa que esta interrogante cruza todo el trabajo, esta presente implícitamente en cada página y creo que finalmente esta tesis no es sino un paso más en la búsqueda... de respuestas.

Aclarado lo anterior empecemos de nuevo:

Introducción

Una de las preocupaciones centrales que en los últimos treinta años ha tenido la investigación sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, es el estudio de las "ideas o representaciones" que los alumnos tienen sobre los fenómenos naturales y sobre los conceptos científicos que se estudian en la escuela, así como el análisis de los procesos de aprendizaje que permiten a los alumnos modificar estas representaciones por otras más cercanas a las aceptadas por la Ciencia o por el discurso escolar. Los resultados de más de tres mil estudios^[1] nos brindan una información muy detallada sobre las ideas de los estudiantes en diversas áreas del conocimiento científico y muestran la dificultad y en muchas ocasiones casi imposibilidad para modificar dichas ideas a pesar de que los estudiantes pasen por varios años de instrucción científica (Wandersee, 1994).

Los primeros estudios sobre las concepciones o representaciones de los estudiantes se inspiraron en los trabajos de Piaget (1926/1993), sin embargo, a partir de la década de los ochenta se alejaron de las posiciones piagetianas y podríamos decir que se está generando una nueva perspectiva constituida actualmente por un gran número de trabajos en su mayoría descriptivos, dispersos y poco rigurosos teórica y metodológicamente.

Es importante situar la teoría piagetiana o cualquier teoría psicológica, en el campo de conocimiento al que pertenece (en este caso, la psicología y la epistemología genéticas), desde ese campo es posible analizar sus aportes y limitaciones.[2] Hacer extrapolaciones directas de los conceptos psicológicos al análisis de los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de los conocimientos científicos no ha resultado muy productivo, por ejemplo, no podemos pedir que los estadios de desarrollo cognitivo propuestos por Piaget nos expliquen la gran diversidad de concepciones sobre la realidad o de niveles de razonamiento sobre aspectos específicos que encontramos en nuestros estudiantes. Por otra parte, se requiere que los investigadores que trabajamos en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales realicemos un esfuerzo intelectual importante para construir un marco teórico de referencia que nos permita definir con mayor precisión el objeto de estudio y construir las categorías para interpretar en toda su complejidad los fenómenos que ocurren cuando se enseñan y aprende los conceptos y métodos de la ciencia. Este marco teórico necesariamente tendrá que contemplar los aspectos sociales, culturales, institucionales, psicológicos y propiamente educativos que es indispensable considerar para la comprensión de dichos fenómenos, por lo tanto los aportes de las disciplinas correspondientes, entre éstas la psicología, son fundamentales.

El trabajo de investigación que aquí se presenta es un pequeñísimo esfuerzo en este sentido. Su objetivo es estudiar las formas de expresión del pensamiento infantil sobre el mundo físico en clases de Ciencias Naturales de la escuela primaria. Para ello realicé un trabajo paralelo y siempre en tensión en dos direcciones, por un lado, la reflexión teórica sobre las características del pensamiento infantil y las metodologías que se han desarrollado para estudiarlo, y por otro, la construcción de las categorías y niveles de análisis que permitieran dar cuenta de las formas de expresión del pensamiento infantil en el aula y su papel en la dinámica de la clase, a partir de la observación y registro de clases de Ciencias Naturales.

La investigación que había realizado anteriormente sobre las concepciones de los niños acerca de diversos fenómenos físicos y químicos (Núñez et al, 1983; León, 1984 y 1986), me permitió tener un conocimiento más o menos profundo de la teoría psicológica y epistemológica de Piaget, así como, de los aportes de las investigaciones en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de los conocimientos científicos en alumnos de educación básica. Este bagaje teórico fue la base de la cual partir para iniciar el análisis de los registros de observación.

De igual manera, la experiencia vivida durante los años en los que se desarrolló el proyecto: *Alternativas para la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Naturales en escuelas del Distrito Federal* (ver capítulo III.1) jugó un importante papel en el proceso de reflexión inicial sobre los datos que proporcionaban los registros de clase.

El proceso de construcción del objeto de estudio y la tensión siempre presente entre el nivel de análisis, la reflexión teórica y los hechos que se iban construyendo, me condujo a interpretar los textos de Piaget desde una nueva perspectiva, a plantear el problema de la relación entre el pensamiento infantil y la palabra y a buscar los puntos de contacto entre los planteamientos de Piaget, Freud y Lacan. Los resultados de este proceso posibilitaron la creación de la categoría central de la tesis: "el decir del alumno" y el uso de ésta en la descripción y el análisis de las formas de expresión del pensamiento infantil en el aula y su papel en la dinámica de la clase.

El documento está estructurado en tres partes. En la primera (capítulo I) presento una reflexión sobre los aportes y limitaciones de los estudios sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los fenómenos naturales y de los conceptos científicos que se estudian en la escuela. En la segunda (capítulo II) expongo la reflexión teórica sobre las características y formas de expresión del pensamiento infantil sobre el mundo físico, así como algunas consideraciones metodológicas para su estudio. En la tercera, integrada por los capítulos III a VII se presenta la investigación como tal: En el capítulo III (Contexto de la investigación) se expone el Proyecto: *"Alternativas para la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Naturales"*, el origen de los interrogantes y el sustento empírico de la investigación. En el capítulo IV se presenta el análisis sobre los intercambios verbales entre maestro y alumnos y alumnos entre sí, que se produjeron en las situaciones

de clase donde las intervenciones del maestro favorecían las expresiones de las ideas de los alumnos. Se trabajó sobre los fenómenos de evaporación y combustión. A partir de este análisis se construyó la categoría central de la tesis: "el decir del alumno". En el capítulo V se describen los caminos recorridos en esta construcción. En el capítulo VI se analiza la relación del "decir del alumno" con el discurso escolar a través, por una parte, del análisis de los libros de texto de Ciencias Naturales, y por otra de las formas de expresión del "decir del alumno" en las diversas situaciones que se producen en dos clases de Ciencias Naturales de cuarto y quinto grado de primaria. Finalmente se presentan las conclusiones.

[1] Se pueden consultar las revisiones bibliográficas de Pfundt, H. y Duit, R. (1985, 1988, 1991 y 1993). Duit, R. mantiene actualizada la base de datos: Bibliography "Students' Alternative Frameworks and Science Education"

[2] En un artículo de Coll y Gillieron (1981) citado por Perrés (1989: 369) se plantea que se están abriendo nuevas perspectivas de investigación en la escuela de Ginebra, mencionan como los "cambios de centración" los siguientes: "a) *Desde una psicología genética a una psicología del desarrollo*; b) *Desde un sujeto epistémico hacia un sujeto psicológico individual*; y c) *Desde una psicología que aspiraba a mantenerse independiente de situaciones particulares , a una psicología que busca explicaciones a partir de la mayor diversificación posible de situaciones*"

I. El Pensamiento infantil y la enseñanza de las Ciencias Naturales

1. Concepciones alternativas de los estudiantes.

Durante las tres últimas décadas se produjo un importante cambio cualitativo en la perspectiva desde la cual se analiza el problema de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Un nuevo paradigma parecía cobrar cada día más fuerza entre la comunidad de investigadores y educadores: los alumnos no son una "página en blanco" sobre la que se puede imprimir un saber, sino que poseen una serie de "representaciones" o "ideas", a partir de las cuales interpretan el mundo. Es importante conocer las características del pensamiento de los estudiantes y de sus procesos de adquisición de conocimientos y habilidades científicas.

La nueva lente con la que se empezó a observar los fenómenos relacionados con el aprendizaje de las Ciencias Naturales permitió analizar el problema con nuevos instrumentos de interpretación y mostró nuestro desconocimiento del alumno: ¿qué piensan los estudiantes sobre los fenómenos naturales? ¿qué procesos de pensamiento ponen en juego para conocer y explicarse la realidad? ¿qué habilidades experimentales son capaces de desarrollar? ¿cuáles son sus procesos de adquisición de los principales conceptos científicos?

Desde principios de la década de los setenta diversos grupos de investigación trabajaron para conocer las "representaciones o ideas" de los alumnos acerca de los contenidos de la Ciencia que se pretende transmitir en la escuela, así, aparecen en la literatura estudios sobre las ideas de los alumnos acerca de la luz (Andersson y Karrqvist, 1983; Guesne, 1978 y 1984; Tiberghien et al, 1980; Selley, 1996; Langley, 1997; Maurines, 1999), la electricidad (Osborne, 1981 y 1983; Tiberghien, y Delacote, 1976; León, 1984; Guruswamy et al, 1997; Lee y Law, 2001; Steinberg y Clement, 2001), el calor y la temperatura (Albert, 1978; Erikson, 1979 y 1980; Tiberghien, 1980; Shayer y Wylam, 1981; Stavy y Strauss, 1983; Jara-Guerrero, 1993; Kesidou et al, 1995; Alsop y Watts, 1997; Akatugba y Wallace, 1998; Redfors y Ryder, 1999;), la naturaleza de la materia (Harrison y Treagust, 1996; Lichtfeldt, 1996; Lynch, 1996; Mortimer, 1996; Maskill et al, 1997; Johnson, 1998; Tsai, 1998; Nakhleh y Samarapungavan, 1999;) los estados físicos de la materia (Osborne, 1983; Meheut et al, 1986; Chang, 1999; Kokkotas et al,

1999; Eskilsson, 1999;), la combustión (Meheut et al, 1985; Watson et al, 1996 y 1997), disolución, solubilidad y otros conceptos relacionados con las mezclas (León, 1986; Ebenezer y Erickson, 1996; Blanco y Prieto, 1997), las cadenas alimenticias (Gallegos et al, 1993 y 1994; Barman et al, 1994 y 1995) y muchos otros conceptos y fenómenos. En México el primer estudio se realiza en 1982 dirigido por la Dra. María Salud Núñez Fernández (Núñez, et al, 1983). Hoy en día, los aportes de la investigación sobre las "representaciones o ideas" de los alumnos son el núcleo del cuerpo teórico en que se sustenta la Didáctica de las Ciencias. Una muestra de ello es el creciente número de estudios publicados en este campo. Las revisiones bibliográficas realizadas por Pfundt y Duit (1985, 1988 1991 y 1993) presentan 700 artículos en 1985, 1 400 en 1988, 2 000 en 1991 y 3 000 en 1993.

Algunas de las fuentes teóricas en las que se sustentan los trabajos descritos son los estudios de psicología y epistemología realizados por Piaget, por sus colaboradores y seguidores y por los investigadores en el campo de la Didáctica de las Ciencias, que repartidos por el mundo, retoman como parte de su marco teórico los aportes de la psicología cognoscitiva.

Si bien, las primeras investigaciones sobre las "representaciones o ideas" científicas de niños y adolescentes se deben a Piaget (p.e. Piaget, 1993, 1931/1970,1973), muchos de los estudios que se realizaron a partir de la década de los ochenta se alejaron de las posiciones piagetianas y han generado una nueva perspectiva constituida por un número cada vez mayor de aportaciones, poco rigurosas teóricamente, muy dispersas y por lo tanto difíciles de someter a un análisis sistemático. Por ejemplo, los autores de estos trabajos utilizan diversas denominaciones para nombrar lo que hasta ahora he llamado "representaciones o ideas" de los estudiantes: "esquemas conceptuales", "esquemas, concepciones o ideas alternativas" "ideas intuitivas", "ideas erróneas" (misconceptions), "ideas previas", "concepciones personales", "preconcepciones", teorías implícitas, entre otros. Giordan y De Vecchi (1988) han encontrado 28 términos distintos.

A pesar de la diversidad de los acercamientos teóricos y metodológicos de los estudios sobre las representaciones de los niños y adolescentes (Behrendt et al, 2001; Liu, 2001), es posible señalar ciertas características de las "representaciones o ideas" de los estudiantes que son comúnmente aceptadas y podrían considerarse como el núcleo de esta perspectiva.

1. Los alumnos desarrollan ideas sobre los fenómenos naturales, incluso desde antes de que se les enseñen ciencias en la escuela, éstas son elaboradas de forma más o menos espontánea en su interacción cotidiana con su medio social y natural.
2. Estas ideas no son un conjunto fijo de nociones sino una serie de posibles "modos de ver". Forman una base para adquirir nuevos conocimientos, son coherentes pues tienen un sentido desde la perspectiva del estudiante y están ligadas a un contexto específico. Sin embargo, resultan incorrectas si se analizan desde el punto de vista de las Ciencias.
3. Son estables y resistentes al cambio por lo que pueden permanecer en la mente del estudiante a pesar de varios años de educación científica. Diversos estudios han detectado este tipo de ideas no sólo en niños y adolescentes, como los estudios citados en párrafos anteriores, sino también en adultos incluso entre universitarios y dentro de su ámbito de especialidad (Jiménez , A y Fernández, J. 1989)
4. Estas ideas, si bien son construcciones personales, son compartidas por personas de muy diversas características (edad, país, formación, etc.) Se han encontrado ideas en estudiantes que son similares a las que propusieron filósofos o científicos de épocas pasadas (Strauss y Stavy, 1983).
5. Estas ideas tienen un carácter implícito y se identifican a través del lenguaje o de forma implícita en las actividades o predicciones de los alumnos.

Actualmente se tiene información muy detallada sobre las ideas que tienen los estudiantes en diversas áreas del conocimiento científico. Casi tres décadas de investigaciones han aportado una abundante bibliografía en el campo de la Física, la Química, la Biología y la Geología. Sin embargo, estos estudios son de carácter descriptivo y no permiten hacer predicciones con respecto a las posibles representaciones que tendrá un alumno determinado frente a una situación concreta. De la misma manera son poco explicativos sobre las causas que originan la aparición de estas ideas.

Driver, Guesne y Teberghein (1988) en su libro: "Las ideas científicas en la infancia y la adolescencia" citan algunas características de las ideas de los

estudiantes que podrían interpretarse como posibles causas del origen de éstas (1988: 291-296).

1. El pensamiento de los estudiantes está dirigido por la percepción. Existe una tendencia en los alumnos a basar su razonamiento en las características observables de una situación.
2. Los estudiantes consideran aspectos limitados de las situaciones físicas y dirigen su atención a los aspectos sobresalientes.
3. Los alumnos centran su atención en el cambio y no en los estados constantes.
4. Los alumnos explican los cambios con una secuencia causal lineal. Proponen una causa que produce una cadena de efectos como si se tratara de una secuencia dependiente del tiempo.
5. Las ideas de los estudiantes muchas veces involucran conceptos no diferenciados, es decir, conceptos que condensan dos o más nociones, por ejemplo, las nociones de peso utilizadas por los niños incluyen a menudo connotaciones de volumen, presión y densidad.
6. El pensamiento de los estudiantes depende del contexto, es decir, situaciones similares (para un científico) pueden ser interpretadas por los alumnos con nociones distintas.

Giordan y de Vecchi (1988) llegan un poco más lejos en la definición del concepto de "representaciones o ideas" de los estudiantes. Plantean que el término más adecuado es el de "concepción personal" o "constructo", pues el primero hace referencia a "un conjunto de ideas coordinadas e imágenes coherentes, explicativas, utilizadas por las personas que aprenden para razonar frente a situaciones problema" y el segundo da idea de "un elemento motor en la construcción de un saber permitiendo incluso las transformaciones necesarias" (Giordan y de Vecchi, 1988: 103). Para estos autores una concepción personal se corresponde con una estructura subyacente, es un modelo explicativo organizado y lógico y depende del contexto en el que emerge. Lo importante de una concepción personal no es lo que expresa sino lo que se puede inferir del funcionamiento mental del que aprende. Frente a una situación el alumno pone en marcha un proceso donde intervienen ideas, habilidades intelectuales, modos de razonar, sistemas de decodificación, sistemas simbólicos de respuesta. Es este

conjunto coordinado lo que le permite elaborar una explicación o actuar frente a una situación problemática.

Para Giordan una concepción no es un producto sino el proceso de una actividad de construcción mental de la realidad. Esta construcción se elabora a partir de la información que la persona recibe de su medio físico pero también de las relaciones que establece con su medio social en el transcurso de su vida. Esta información es guardada en la memoria y organizada dentro de un sistema cognitivo global y coherente.

Las personas movilizan lo adquirido para elaborar una explicación, una previsión o una acción, construyen así una trama de análisis de la realidad que les permite interpretar el mundo que les rodea. Las concepciones personales estructuran y organizan la realidad, pueden evolucionar a través de las etapas de desarrollo mental hacia conceptualizaciones más avanzadas.

Giordan y De Vecchi proponen una modelización de los componentes de una concepción personal (1988: 111):

Concepción = F (**P, M, O, R, S**)

Donde:

P = Problema.- Conjunto de preguntas que inducen la puesta en marcha de la concepción

M = Marco de referencia.- Conjunto de conocimientos periféricos activados por el sujeto para formular la concepción.

O = Operaciones Mentales.- Conjunto de operaciones intelectuales o transformaciones que la persona domina y que le permiten poner en relación los elementos del marco de referencia y así producir y utilizar la concepción.

R = Red semántica.- Organización que se pone en marcha a partir del cuadro de referencia y de las operaciones mentales. Permite dar una coherencia semántica al conjunto y de esta manera produce el sentido de la concepción.

S = Significantes. - Conjunto de signos, marcas y símbolos necesarios para la producción y explicación de la concepción.

El punto de arranque de una concepción corresponde a un interrogante del sujeto, toda concepción existe en relación con un problema aunque este sea en la mayoría de los casos implícito. A partir de éste se elabora la concepción por la interacción de los cuatro factores restantes: el sujeto activa un conjunto de conocimientos (marco de referencia) los relaciona mediante las operaciones mentales que pone en juego creando una estructura de relación (red semántica) que produce un sentido que podrá ser expresado mediante los signos, marcas, símbolos y demás formas del lenguaje (significantes).

La elaboración teórica de Giordan y De Vecchi (1988) representa un avance significativo en la definición del concepto de "concepción personal" y en la creación de un marco teórico que permita comprender con mayor profundidad los fenómenos relacionados con el aprendizaje de los conocimientos científicos. Sin embargo, el desarrollo de las investigaciones y el carácter descriptivo y fragmentario de los estudios sobre las concepciones alternativas de los estudiantes no permite resolver las preguntas sobre el origen de dichas concepciones ni sobre los procesos mediante los que éstas son construidas.

2. Concepciones alternativas de los estudiantes y la enseñanza de las Ciencias Naturales en educación básica.

Actualmente las aportaciones de casi tres décadas de estudios sobre las concepciones alternativas de niños y adolescentes, a pesar de su dispersión y aun incipiente elaboración teórica, han influido en diversos grados en la didáctica de las Ciencias Naturales, tanto en lo que se refiere al diseño curricular como al diseño de nuevas metodologías de enseñanza. No es mi intención hacer un análisis exhaustivo a este respecto y sólo me limitaré a señalar algunos aspectos que considero importantes para mostrar un panorama general que permita contextualizar el objeto de estudio de esta investigación en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Como ya señalé anteriormente, hoy en día hay consenso en torno a la idea de que los alumnos conocen e interpretan los fenómenos que se estudian en las clases de Ciencias Naturales desde sus ideas previas. Ellos poseen una

estructura conceptual (representaciones sobre el mundo, operaciones mentales que dominan) a partir de la cual se explican los fenómenos que observan, asimilan o interpretan las nuevas informaciones, determinan sus acciones, etc.. La estructura conceptual de los estudiantes se debe conocer para poder generar procesos de aprendizaje que le permitan ir construyendo un nivel de conocimientos cada vez más cercano al científico.

El problema estriba en definir cuál es el papel de las concepciones alternativas de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las posturas varían entre dos extremos: aquellos que sostienen que estas concepciones no deben tomarse en cuenta para el diseño de las estrategias de enseñanza ya que son muy diversas y su seguimiento implicaría una enseñanza casi individualizada imposible de realizar en grupos numerosos y aquellos que sostienen que los programas de estudio y los procesos de enseñanza-aprendizaje deben basarse en las concepciones de los estudiantes. Éstas al ser expresadas y discutidas por los alumnos en clase se irán transformando en ideas cada vez más elaboradas. Entre ambos extremos pueden encontrarse diversas posiciones intermedias.

En la revisión que Wandersee, Mintzes y Novak (1994) realizan de la investigación sobre las concepciones alternativas, señalan que muchas de las propuestas didácticas que se han desarrollado desde hace poco más de 15 años, en el marco de este campo, se sustentan en la teoría del cambio conceptual (Posner et al, 1982) que a su vez se apoya en la filosofía de la ciencia contemporánea (Kuhn, 1970; Lakatos, 1970; Toulmin, 1972) y en el enfoque constructivista del aprendizaje (Osborne y Wittrock, 1983, 1985). Estos autores consideran que este tipo de técnicas de instrucción, conocidas como técnicas de cambio conceptual, incluyen acercamientos diversos y un poco eclécticos que difícilmente pueden considerarse como un método aunque comparten algunos supuestos epistemológicos. Clasifican dichas técnicas en dos grupos:

- a) **Técnicas que se enfocan a la externalización y modificación de la estructura conceptual de los estudiantes.** Los partidarios de este tipo de técnicas consideran que el aprendizaje de las ciencias se desarrolla mejor a la luz de la confrontación de puntos de vista opuestos; los autores citan a Gowin (1981) y a Mintzes (1991). El cambio conceptual implica una reestructuración de las relaciones entre los conceptos que ya posee el alumno y en muchos casos, también consiste en la adquisición de conceptos totalmente nuevos. Para propiciar que se

dé este tipo de reestructuración, se propone la combinación de actividades individuales, en pequeños grupos y con todo el grupo durante las cuales se verbalicen las explicaciones alternativas y las descripciones de los fenómenos, se argumenten, debatan, verifiquen y apliquen a nuevas situaciones. Wandersee, Mintzes y Novak (1994) consideran que los trabajos realizados hasta el momento son relativamente recientes y su carácter es más bien exploratorio. En muchos de ellos se trabajó con poblaciones de estudio muy pequeñas, con métodos no verificados, registros anecdóticos y diseños de investigación poco rigurosos que carecían de comparaciones con grupos de control. Estos autores mencionan como uno de los esfuerzos más importantes el proyecto Children's Learning in Science de la Universidad de Leeds en el Reino Unido (Brook, 1987; Scott, 1987 citados en Wandersee, Mintzes y Novak, 1994).

- b) **Técnicas que se dirigen al automonitoreo y control del aprendizaje**, conocidas como estrategias metacognitivas. La idea que está detrás de este tipo de técnicas es que los estudiantes que saben como monitorear y controlar su propio aprendizaje están más capacitados para comprometerse en la creación de significados y como resultado de esto, pueden reconocer y tratar de corregir las inconsistencias de su propio pensamiento. Los autores señalan que el uso de estrategias metacognitivas se sustenta en los estudios sobre las diferencias en la estructura y uso del conocimiento por los expertos y por los novatos. Varios estudios han comparado el desempeño de individuos con diferente grado de experiencia y conocimiento en diversas áreas (resolución de problemas, ajedrez, diagnóstico médico, programación por computadora) y se ha encontrado que las personas que tienen éxito han aprendido como integrar su conocimiento al reflexionar sobre su significado y al identificar y resolver las contradicciones en su estructura. Se plantea que si es posible enseñar el metaaprendizaje entonces el problema de cómo trasladarlo al cambio conceptual puede ser resuelto (White y Gunstone, 1989 citado por Wandersee, Mintzes y Novak, 1994). Se han realizado estudios sobre metacognición en diversas áreas como la lectura, educación especial y educación matemática, (Algunos de los estudios que Wandersee, Mintzes y Novak citan son: Novak y Gowin, 1984; Wittrock, 1992; White y Gunstone, 1989). Sin embargo, en el área de Ciencias Naturales son muy pocos los trabajos que se han desarrollado.

Para mostrar el tipo de reflexiones que se están realizando sobre los problemas relacionados con la didáctica de las Ciencias Naturales, analizó a continuación dos enfoques que, si bien coinciden en varios puntos, tienen diferencias en la aproximación y conceptualización del problema. Estos no pueden considerarse como representativos de los estudios realizados en el campo que nos ocupa pues existe una gran diversidad de acercamientos, pero los elegí porque considero que analizan con cierta profundidad aspectos fundamentales del problema.

Teorías Implícitas

Ignacio Pozo (1991) considera que se puede hablar de dos modelos de cambio conceptual diferentes que implican dos tipos de reestructuración:

- a) **La reestructuración débil** que sería característica del paso del novato al experto y que consiste en la construcción de una nueva organización conceptual en un dominio. Durante ésta aparecen nuevos conceptos más generales que engloban a los conceptos específicos apegados a lo inmediato que posee el novato (Chi, Glaser y Rees, 1982 citado por Pozo, 1991). Esta reestructuración se basa en procesos de generalización y discriminación conceptual.
- b) **La reestructuración fuerte** que implica cambios más profundos en: el dominio de los fenómenos explicados, la naturaleza de las explicaciones aceptadas por la teoría y los conceptos que constituyen el núcleo central de la teoría (Carey, 1985; Pozo, 1987).

Pozo señala que el concepto de reestructuración plantea el problema del cambio conceptual a otro nivel. No se trata de cambiar una concepción por otra más aceptada científicamente, un preconcepto por un concepto, sino de una reestructuración cognitiva que implica un cambio gradual de una estructura por otra.

Pozo contrapone lo que él considera dos posiciones enfrentadas: la posición Piagetiana que "fidel a su concepción estructuralista, suponía que las ideas o conceptos construidos por los adolescentes dependen de estructuras lógicas más generales que producen un grado notable de homogeneidad en las ideas mantenidas por los alumnos en diversos dominios o situaciones" (Pozo, 1991: p.85); y la posición del enfoque de las concepciones alternativas que parte del supuesto de que se trata de ideas

aisladas o escasamente conectadas entre sí. Señala que frente a estas dos posiciones está surgiendo una posición intermedia que plantea que aunque la posición de estadio piagetiano es actualmente poco defendible, varios estudios han mostrado que existe una cierta coherencia en las ideas y habilidades científicas de los adolescentes. Además el autor también menciona algunos estudios que han analizado la coherencia de las ideas de los alumnos en dominios específicos: en física (Engel Clough y Driver, 1986; Oliva y Rosado, 1990; Pozo, 1987) y en biología (Arthay, 1988; Jiménez Alexandre, 1990).

Pozo propone analizar las ideas de los alumnos en términos de sus teorías implícitas. Parece que esta propuesta se inspira, entre otros,^[1] en un trabajo realizado hace varios años por Karmiloff e Inhelder (1975) en el cual las autoras investigaron cómo el niño organiza sus acciones para interrogar a la realidad y descubrir las leyes físicas subyacentes a un determinado fenómeno. Ellas se interesaron en analizar la interacción de las secuencias de acción y de las ideas implícitas o modos de representación cambiantes que subyacen a las acciones de los niños y que denominaron "teorías en acción". Algunas de las conclusiones que obtienen de su trabajo son:

- Los niños construyen y generalizan teorías (teorías en acción) y progresivamente van reconociendo contraejemplos.

- La construcción y sobregeneralización de "teorías en acción" son procesos generales y dinámicos que no están vinculados a ningún estadio. Esto es indicativo de una constante funcional que está en juego en los progresos del conocimiento.

- Los contraejemplos no provocan por sí solos cambios en la conducta del niño. Las respuestas negativas, si bien son una condición necesaria para el progreso no son suficientes, es necesario que contradigan a una teoría en acción ya consolidada.

- "A medida que el niño empieza a construir, de modo progresivo, una teoría para interpretar la regularidad de las respuestas positivas a una teoría, las respuestas negativas siguen siendo respuestas a una acción hasta que la teoría del niño se consolida, tras la cual se convierte poco a poco en respuestas negativas a una teoría, una vez que el niño se hace consciente de su regularidad" (Karmiloff e Inhelder, 1975: 83)

El niño no puede reflexionar sobre las situaciones hipotéticas que pueden confirmar o refutar sus teorías. Por eso éstas permanecen implícitas y no significan que el niño pueda conceptualizar lo que está haciendo y por qué.

La tendencia a explicar los fenómenos por medio de una teoría única, lo más general y lo más simple posible, parece ser una característica natural del proceso creativo, tanto del niño como del científico. La construcción de teorías falsas o la sobregeneralización de teorías limitadas son en realidad procesos productivos. La aplicación generalizada de una teoría conduce a descubrimientos que sirven para crear nuevas y más amplias teorías.

Pozo también relaciona las teorías implícitas con las teorías características de los novatos en contraposición a las teorías de los expertos que se pueden considerar como teorías científicas. Propone que el aprendizaje científico se puede concebir, en parte, como un proceso de cambio de las teorías implícitas o personales a las teorías explícitas o científicas.

Siempre contraponiendo las teorías implícitas a las científicas, Pozo caracteriza a las primeras de la siguiente manera: Las teorías implícitas están constituidas por un conjunto de conceptos relacionados entre sí que son utilizados para interpretar y elaborar explicaciones causales, que permiten hacer predicciones y orientan el modo de actuar. En todo esto son semejantes a las teorías científicas. Sin embargo, en las teorías implícitas los conceptos son vagos y difusos y su significado varía de un contexto a otro, por eso se dice que son incoherentes. Forman categorías pero sin rasgos esenciales, se basan sólo en los "parecidos familiares". Son inconsistentes porque diversas ideas que componen una misma teoría se contraponen entre sí. Subyacen a la acción y se manifiestan sólo a través de ella. Son incomunicables y el sujeto no es consciente de las relaciones causales que establece.

Algunas de las principales diferencias entre las teorías implícitas y las científicas que señala Pozo en su texto son:

Teorías Implícitas	Teorías Científicas
a) Organización de los conceptos con escasa jerarquía resultando ideas poco conectadas entre sí y de baja complejidad.	a) Organización jerárquica de los conceptos, se subordinan todas las ideas a unas pocas leyes o principios generales. Cada concepto tiene múltiples referencias lo que resulta en ideas con innumerables conexiones y de alta complejidad.
b) Generan predicciones exitosas en la vida cotidiana	b) Son altamente predictivas
c) Son útiles	c) Deben ser "ciertas"
d) Buscan el éxito	d) Intentan comprender
e) Son inductivas y buscan la verificación	e) Son deductivas y falsacionistas
f) Un dato contrario reduce muy poco la utilidad de la teoría	f) Un solo dato contrario muestra la falsedad de la teoría.
g) Son incomunicables en la mayoría de los casos	g) Por necesidad deben explicitarse en un lenguaje compartido por una comunidad

Dado lo anterior, Pozo concluye que el paso de una teoría implícita a una teoría científica, que es lo que implicaría un cambio conceptual, no sólo es un cambio del contenido factual de los conceptos sino también de la forma de conceptualizar. Para apoyar su tesis se apoya en Vygotsky: "Según Vygotsky (1934) este paso sería posible sólo gracias a la instrucción, que proporcionaría no sólo nuevos conceptos sino una nueva forma de entender el mundo, apoyada en la toma de conciencia de la propia actividad

mental" (Pozo, 1991: 90). De ahí que se plantee que la toma de conciencia respecto a las propias ideas es un requisito del cambio conceptual.

Concepciones personales y modelización de la enseñanza.

A partir de la conceptualización que hacen sobre el concepto de "concepción personal" descrito en el primer apartado de este capítulo, Giordan y De Vecchi se preguntan "¿cómo puede la persona apropiarse el saber científico?", "¿cómo podemos enriquecerlos (las concepciones personales o constructos), desplazarlos, transformarlos?" (Giordan y De Vecchi, 1988: 143). Señalan que su búsqueda y los elementos de respuesta que encuentran, no se centran en los mecanismos profundos que rigen los procesos de aprendizaje sino en las condiciones y medios que permitirán a una persona apropiarse del conocimiento. Proponen dos hipótesis:

- a) "Es la propia persona la que construye su saber", es ella la que debe encontrarse en la posición que le permita transformar sus representaciones.
- b) La persona accede a un nivel más adecuado de explicación a través de una serie de correcciones sucesivas.

Las principales ideas y conceptos que Giordan y De Vecchi (1988) utilizan para sustentar sus reflexiones acerca de cómo las personas transforman sus concepciones las resumí brevemente como sigue:

Las concepciones personales son "estructuras de recepción", "puentes de anclaje" para la apropiación de nuevos conocimientos.

Las concepciones personales evolucionan hacia concepciones más complejas, pero esta evolución implica un esfuerzo de abstracción y racionalización muy grande pues los alumnos deben abandonar los recursos de los sentidos, rechazar la imagen en provecho del concepto y embarcarse en un pensamiento abstracto. En muchos casos los nuevos elementos no están en la misma línea de pensamiento que las concepciones existentes y éstas representan un obstáculo para su integración, se requiere entonces de una transformación intelectual y no sólo del establecimiento de nuevas relaciones entre conceptos o de la integración de nuevos conceptos.

El hecho de que una previsión apoyada en las concepciones de los alumnos se evidencie como falsa no genera el abandono de dichas concepciones. El

alumno puede reajustar sus concepciones frente a la experiencia y adaptar sus explicaciones. Para modificar sus concepciones se requiere que ocurra una transformación en la perspectiva desde la cuál se realiza el análisis y que se admita la necesidad de este cambio de enfoque, pero no hay nada que obligue a ello.

De lo anterior se deduce que el proceso de transformación de las concepciones espontáneas de los alumnos hacia concepciones más complejas y cercanas a las aceptadas por la ciencia o propuestas en los programas de estudio, no es un proceso sencillo que pueda basarse en la identificación de las concepciones falsas de los alumnos y en la corrección de éstas mediante el señalamiento de los errores y la presentación de los conocimientos "correctos". Los estudios que han realizado Giordan y de Vecchi (1988) y muchos otros investigadores, muestran lo incorrecto de esta posición y lo resistentes al cambio que pueden llegar a ser las concepciones de los estudiantes a pesar de varios años de educación en ciencias.

Las investigaciones realizadas por Giordan y de Vecchi (1988) les han permitido analizar los procesos de transformación de las concepciones de los estudiantes en el contexto escolar y construir categorías teóricas e ideas directrices que permitan empezar a comprender con mayor profundidad dichos procesos e incidir en ellos:

🔹 **La curiosidad, motor del proceso de transformación de las concepciones.** Estos autores señalan que la ausencia de una curiosidad real produce que se detenga la construcción del pensamiento (Giordan y De Vecchi, 1988: 171) y que el alumno se conforme con lo que sabe. Es fundamental generar situaciones que motiven y hagan emerger la curiosidad del alumno. Piensan que la confrontación de determinadas concepciones puede despertar la curiosidad, si se sabe escuchar al alumno y se deja que sus preocupaciones surjan. La curiosidad tiene un lugar fundamental en la construcción del saber "Esta actitud filtra la realidad; es a través de ella como el alumno consigue las informaciones que aprehende. También es una fuente de progreso en el aprendizaje, pues suscita desequilibrios que animan al alumno a superar su estado actual para buscar nuevas soluciones."(Ibid: 179)

🔹 **El conflicto, motor de la conceptualización.** Giordan y de Vecchi (1988) sostienen que cuando las personas dudan de sus propias

concepciones y se crea un desequilibrio intelectual se puede generar una reestructuración del saber inicial. Distinguen tres tipos de conflictos: a) El que resulta de la contradicción entre las concepciones de personas diferentes; b) el que se genera cuando se confrontan las ideas de una persona y la realidad que vive; y 3) el que se crea cuando entran en contradicción las concepciones con los modelos de la ciencia. Los conflictos crean una frustración lo que provoca que el alumno reaccione e intente justificar lo que piensa, lo argumente, lo cuestione a la luz de otros puntos de vista y pueda llegar a modificarlo.

🔹 **El campo de validez de un saber.** De la misma manera que muchos otros investigadores, Giordan y De Vecchi encuentran que los estudiantes tienen concepciones muy tenaces, que permanecen a pesar de los diversos esfuerzos de instrucción que se realizan para propiciar que los estudiantes las modifiquen. Proponen que no se trata de erradicar estas concepciones "falsas", lo que por otro lado ha resultado imposible, ni de trabajar sólo con las concepciones de los alumnos, pues muchas de ellas se resisten al cambio, sino trabajar contra y con las concepciones, al mismo tiempo. Señalan que es necesario cambiar la perspectiva desde la cual se caracterizan las concepciones de los estudiantes, dejar de verlas como concepciones "erróneas" o "falsas" e introducir la idea de "campo de validez" de una concepción. Una concepción podrá mantenerse mientras permita comprender los fenómenos que se presentan y esté adaptada a las posibilidades del alumno. Cuando esto ya no ocurra y se llegue al "nivel de ruptura", es el momento de cambiarla. Una concepción resulta útil dentro de un campo de aplicación determinado. El concepto de "campo de validez" adquiere mayor capacidad explicativa cuando lo relacionamos con el concepto de "estadios de integración" como veremos más adelante.

🔹 **El Aura Conceptual.** Los conceptos no se construyen aisladamente, están siempre en relación con otros conceptos. Un tema de estudio también se encuentra incluido en un campo conceptual que va más allá, incluso, de la disciplina misma de la cual forma parte dicho tema. Giordan y De Vecchi (1988) consideran que los alumnos no aprenden un concepto a partir del estudio de un tema sino que este se construye de manera progresiva y a través del estudio de varios temas y de un buen número de experiencias. El acento habría que ponerlo en propiciar la evolución simultánea de los conceptos involucrados en un campo conceptual dado y apoyar a los estudiantes para que construyan el mayor número posible de

relaciones entre los diferentes conceptos. Cuando se trabaje con las concepciones de los estudiantes, no sólo se deben tomar en cuenta éstas sino el "aura conceptual" que esta constituida por el conjunto de elementos periféricos, más o menos difusos, que se manifiesta a través de dichas concepciones.

✦ **Los estadios de integración.** Giordan y De Vecchi (1988) establecen una clara distinción entre tres conceptos:

- a) Nivel lingüístico de una formulación. Se trata de la expresión de un concepto mediante formulaciones gramaticales.
- b) Nivel de formulación. Se trata de un enunciado que corresponde al nivel conceptual alcanzado y que está determinado por el conjunto de conocimientos necesarios para construir dicho enunciado, por el estado de evolución del desarrollo cognitivo y por la vivencia que constituye el soporte de la formulación del concepto. Se refiere sólo a un concepto y no toma en cuenta la evolución de los elementos que constituyen el aura conceptual.
- c) Estadios de integración. Son etapas intermedias entre los niveles de formulación. Permiten hacer un seguimiento más detallado de la construcción de los conocimientos. Toman en cuenta el aura conceptual.

Para estos autores no se trata de hacer evolucionar el nivel lingüístico de una formulación pues esto no significaría necesariamente un avance conceptual, sino incidir en el nivel de formulación y para ello es indispensable modificar la estructura que subyace a éste. Sin embargo, la evolución de los niveles de formulación son objetivos a largo plazo, por lo que sugieren analizar los procesos de aprendizaje en términos de la evolución paralela de los conceptos y la integración progresiva de éstos en el proceso de pensamiento mediante el análisis de los estadios de integración que se sitúan entre los niveles de formulación.

✦ **La modelización de la enseñanza.** Ante la dificultad que tienen los alumnos para modificar sus concepciones personales y apropiarse de los conceptos científicos, se propone el uso de modelos explicativos que los autores definen como "un sistema figurativo que reproduce la realidad bajo una forma esquemática, haciéndola, de este modo, más comprensible" (Giordan y De Vecchi, 1988: 210). El objetivo es apoyar el pensamiento que

se está construyendo. Algunas características que deberán cumplir los modelos son:

- a) Permitir que se establezcan correspondencia con una serie de objetos o situaciones sobre las que se puede razonar, experimentar o hacer demostraciones.
- b) Permitir que se confronten las explicaciones que se construyan a partir del modelo con la realidad y evaluar la pertinencia del modelo mismo.
- c) Permitir que se realicen previsiones.

Una idea central de los autores es que el modelo es un instrumento para el pensamiento del estudiante, que el mismo puede producir (aunque estos también pueden sugerirse a través del profesor o de otras vías como los libros de texto) con el fin de comprender un fenómeno o una situación y realizar previsiones. Los modelos tienen que estar relacionados con el nivel conceptual de los estudiantes, por lo que son necesariamente simples y tal vez limitados pero permiten a los alumnos avanzar algunos pasos en el proceso de construcción de los conceptos.

Los dos enfoques analizados muestran con bastante claridad que la transformación de las concepciones de los alumnos no es un proceso simple, en muchas ocasiones se requiere de una transformación de las estructuras de pensamiento y de un cambio en la manera de concebir el mundo y de razonar sobre él.

Como he mostrado a lo largo de este capítulo, los estudios realizados sobre las concepciones alternativas parten de que dichas concepciones existen en el pensamiento de los niños y adolescentes y su preocupación se ha centrado en conocerlas, caracterizarlas y analizar cómo se transforman en concepciones más cercanas a las científicas. Por el momento se ha dejado de lado la investigación sobre el origen de estas concepciones espontáneas y sus procesos de construcción. En el siguiente capítulo intento iniciar una reflexión sobre estos puntos retomando los estudios piagetianos, sobre todo los realizados por Piaget durante su juventud, en los que establece una relación entre el pensamiento infantil y el pensamiento onírico. A partir de esta reflexión propongo caracterizar el pensamiento del niño sobre el mundo físico desde una perspectiva distinta que considero abre nuevas posibilidades

para interpretar y comprender los fenómenos relacionados con el aprendizaje y la enseñanza de conocimientos científicos.

[1] Cita algunos trabajos sobre teorías implícitas en otras áreas: La crianza de los hijos (Triana y Rodrigo, 1985); los testimonios judiciales (Mira y Diges, 1990); la desgravación fiscal y el paro (Furnham, 1988)

II. El pensamiento del niño sobre el mundo físico.

La mayoría de los trabajos de investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza, que integran la teoría piagetiana en su marco teórico de referencia, han retomado de esta teoría aquellos aspectos que tienden a caracterizar el pensamiento infantil como un pensamiento racional o en vías de serlo. El proceso de construcción del pensamiento lógico-matemático o de las nociones físicas elementales, el desarrollo de la causalidad en el niño o conceptos como: asimilación, acomodación y equilibración, son conocidos por la mayoría de los investigadores que trabajan en este campo. Sin embargo, se han dejado de lado las relaciones que Piaget estableció entre el pensamiento del niño y el pensamiento onírico.

En este capítulo haré un breve recorrido de algunos escritos de Piaget, en un intento de rescatar la comparación que él hace, entre el pensamiento infantil y el onírico, comparación que me da elementos para establecer enlaces con los planteamientos de Freud y me permite, como se verá más adelante, aproximarme desde una perspectiva distinta al pensamiento infantil sobre el mundo físico y por ende a los procesos de enseñanza - aprendizaje de las ciencias.

1. El pensamiento del niño: ¿Onírico o racional?

Afirmar que el niño se explica el mundo físico desde una perspectiva muy distinta a la del adulto y en particular a la del hombre de ciencia, no es decir nada nuevo. Como se señaló en el capítulo anterior, los resultados de las investigaciones realizadas por Piaget y sus colaboradores sobre el pensamiento infantil, dados a conocer en diversas publicaciones[1] e imposibles de resumir en este escrito, así como aquellos obtenidos por investigadores que en años más recientes se han dedicado a conocer las ideas de los niños sobre diferentes fenómenos naturales[2] , permiten hacer tal afirmación.

Piaget dedica buena parte de sus estudios a conocer las características del pensamiento infantil. Dos problemas, entre otros son los que aborda en su trabajo sobre este punto: el de la realidad en el niño "... ¿ cuáles son los planos de realidad sobre los que se mueve el pensamiento infantil? " ¿En qué medida distingue el niño el mundo exterior de un mundo interno o subjetivo y ¿qué separaciones establece entre el yo y la realidad objetiva?..."; y el de

la causalidad infantil "...¿cuál es la estructura de la causalidad infantil?..." (Piaget,1993:11).

Piaget en su libro: El Lenguaje y el pensamiento del niño, escrito en 1923, retoma del psicoanálisis la distinción entre dos modos fundamentales del pensamiento: El pensamiento dirigido o inteligente y el pensamiento no dirigido o autista. El primero *"es consciente, es decir persigue fines que están presentes al espíritu del que piensa; es inteligente, es decir adaptado a la realidad sobre la que pretende actuar; es susceptible de verdad o de error y es comunicable por el lenguaje"* (1983: 44). El segundo *"es subconsciente, es decir que los fines que persigue no están presentes en la conciencia. No está adaptado a la realidad exterior sino que se crea a sí mismo una realidad imaginaria o de sueño, tiende no a establecer verdades sino a satisfacer deseos y permanece estrictamente individual sin ser en sí mismo comunicable por el lenguaje. Procede ante todo por imágenes y para comunicarse debe recurrir a procedimientos indirectos, evocando por medio de mitos y de símbolos los sentimientos que lo guían."* (1983: 45). Plantea que el pensamiento infantil es una forma intermedia entre ambos tipos de pensamiento y que está destinado a fundirse en el pensamiento adulto mediante un proceso de socialización.

En diferentes momentos y textos, otorga al pensamiento infantil las características del sueño (Piaget, 1923, 1983, 1961). Señala que los niños piensan más a través de imágenes que de conceptos, que sus creencias son en general incomunicables o difícilmente formulables por el lenguaje. El pensamiento del niño está *"más cerca de un conjunto de actitudes que nacen a la vez de la acción y del ensueño (el juego combina estos dos procedimientos que son los más simples para llegar a la satisfacción orgánica) que del pensamiento, consciente de sí mismo y sistemático, del adulto"* (Piaget, 1993:31)

En sus estudios sobre la formación del símbolo en el niño, Piaget (1923 y 1961) nos habla de dos tipos de simbolismo: el primario donde el sujeto es consciente de la simbolización que establece; y el simbolismo secundario donde esta significación no es comprendida por el sujeto y es inconsciente. Plantea que cualquier pensamiento es a la vez consciente e inconsciente y todo símbolo puede compartir además de su significación inmediata y comprendida por el sujeto, significaciones más profundas, implicaciones que escapan a la conciencia del sujeto.

Para explicar el simbolismo inconsciente Piaget recurre al concepto de "egocentrismo" que es un *"estado de indiferenciación completa entre el yo y el mundo exterior y, por consiguiente, un estado de no conciencia del yo, o lo que es lo mismo, de proyección de las impresiones internas en las formas que procura el medio exterior. Supresión de la conciencia del yo por absorción imaginaria total del mundo exterior por confusión con él"* (Piaget, 1961: 273)

Este estado de "egocentrismo" es característico del pensamiento infantil mientras que en el adulto se da en mucho menor grado, existiendo una gran distancia entre el simbolismo consciente del adulto y el simbolismo inconsciente, que se da sólo en situaciones como el sueño, o aquellas donde el adulto se *"halla al arbitrio de sus actividades espontáneas, ingenuas y por lo tanto infantiles del pensamiento..."* (Piaget, 1983: 69). En el niño existen todos los intermediarios entre estos dos extremos.

El egocentrismo infantil para Piaget, no sólo explica el simbolismo secundario sino que es el principal factor responsable de las características de las representaciones que el niño construye del mundo físico.

En su origen, el pensamiento infantil es "realista", tiende a confundir lo subjetivo con lo real, atribuye a las cosas caracteres propios del pensamiento o del yo. En suma, es *"una tendencia espontánea e inmediata a confundir el signo y lo significado, lo interno y lo externo, así como lo psíquico y lo físico"* (Piaget,1993: 114). De esta manera, el niño pequeño no es capaz de distinguir entre los datos externos y su punto de vista, siente su representación de lo real como absoluta y objetiva, no puede tomar en cuenta otros puntos de vista pues ignora que el suyo es subjetivo y se lo atribuye a los demás. En la medida en que su yo se confunde con el mundo exterior *"todo el contenido de la conciencia se presenta en un sólo plano, sobre el cual las relaciones reales y las inconscientes emanaciones del yo estarán irremediablemente confundidas"* (Piaget,1993: 38).

Una consecuencia de este "realismo" es que el niño pequeño explica los fenómenos físicos mediante la "participación"[\[3\]](#) y la "magia"[\[4\]](#) . Por ejemplo, un niño que cree que al hacer un gesto o decir ciertas palabras, puede influir en un suceso deseado o temido (magia por participación de los gestos o del pensamiento), o bien un niño que piensa que al agitar las manos para "hacer aire" puede atraer el viento de fuera de la habitación (magia por participación de la sustancia (Piaget,1993: 130). Huellas de este tipo de

actitudes mágicas se encuentran en los adultos cuando, según Piaget, el límite entre el yo y el mundo exterior se hace momentáneamente flotante.

Para explicar el papel del realismo en el origen de las actitudes mágicas, Piaget cita a Freud quien llegó a considerar que la magia es un resultado del "narcisismo": *"estando en cierto modo, el narcisista enamorado de sí mismo, sus voluntades y deseos propios le parecen tener un valor particular; de ahí la creencia en la eficacia necesaria de cada uno de sus pensamientos"* (Piaget, 1993: 136). Piaget plantea como equivalentes los conceptos de "narcisismo" de Freud y de "egocentrismo absoluto" pero hace hincapié en que estos conceptos implican la ausencia de conciencia del yo, es decir, la asimilación del mundo al yo y del yo al mundo. Es esto lo que permite creer en la omnipotencia del pensamiento propio, ya que el niño no sabe que sus deseos son subjetivos y no puede, por tanto, distinguirlos de los deseos de los demás, ni de las realidades que le presenta el mundo exterior. Para Piaget, si el narcisista esté prendado de sí mismo *"no es porque conoce su yo, sino porque ignora todo lo que es extraño a sus sueños y a sus deseos."* (Piaget,1993: 136)

Piaget menciona la intervención de un segundo factor en el origen de la participación y de la magia en el pensamiento infantil: el papel de los padres en la vida del niño. Sostiene, como también lo hace Freud, que para el bebé hay una continuidad completa entre la madre (o los padres) y el niño. El bebé puede distinguir entre un deseo y las acciones que vienen a realizarlo. Los padres resultan ser, al igual que las partes de su propio cuerpo, *"la clase de cosas que obedecen a los deseos, y, siendo con mucho esta clase la más interesante, todo el universo está concebido sobre este tipo fundamental. De ahí los hábitos mágicos de mando sobre las cosas"* (Piaget,1993: 138).

Dos características del pensamiento infantil (además del "realismo") enfatiza Piaget en sus escritos sobre la representación del mundo en el niño: el animismo y el artificialismo.

Para mostrar la existencia de actitudes animistas y artificialistas en el niño, Piaget toma tres grupos de fenómenos: El finalismo, la precausalidad y la confusión entre ley física y ley moral.

Este autor encuentra que el niño explica la naturaleza como si ésta estuviera cargada de intenciones, como si cada objeto tuviese que cumplir una función determinada. Todo tiene una razón de ser, el azar y la necesidad mecánica

no existen. Este finalismo supone un animismo ya que el niño cree que los objetos tienen conciencia en la medida que la necesitan para cumplir con sus funciones. Así, un niño de siete años niega que el sol sepa nuestro nombre pero admite que el sol señala nuestra marcha porque debe acompañarnos para calentarnos (Piaget, 1993: 193), o niños de 11-12 años explican que las plantas producen oxígeno porque el ser humano lo necesita para respirar[5] .

El finalismo también implica una actitud artificialista. Piaget analiza cómo la concepción que tiene el niño de los objetos como "hechos para..." (el sol es para calentar; la mamá es para cuidar, el lago es para ir en barco; etc.), lo que significa: hechos para el hombre da origen a la fórmula "hechos por..." el hombre, ya que el niño considera todo lo que es "hecho para" como "hecho por" sus padres. Es esta participación antropocéntrica lo que constituye para Piaget el nudo del artificialismo del niño.

En relación con la precausalidad, Piaget encuentra que los niños no se preocupan por buscar el "cómo" de un fenómeno físico sino que se preguntan por la intención que lo origina, da el ejemplo de un niño de 6 años y medio que ve rodar una pelota hacia los pies del adulto que lo acompaña y pregunta: "¿la bola sabe que usted esté allí abajo?" (Piaget, 1993:183). La precausalidad supone entonces una indiferenciación entre lo físico y lo psíquico, entre la actividad y la conciencia. El niño presta intencionalidad a las cosas (animismo) y a los fabricantes de las cosas (artificialismo).

Otra constante que encuentra Piaget en las explicaciones de los niños, en especial, en explicaciones sobre las causas del movimiento, es la indiferenciación entre la idea de ley física y de ley moral. El niño entre 4-5 años se representa el mundo como "*una sociedad de seres que obedecen a leyes morales y sociales*" (Piaget,1993: 187). Así, el sol aparece todos los días porque debe calentarnos y alumbrar.

Es hacia los 7-8 años que aparecen, cada vez más, explicaciones de los niños donde ciertos fenómenos se deben a una obligación física más que moral, sin embargo, es hasta los 11-12 años aproximadamente que el determinismo físico sustituye casi totalmente a la regla moral. En el intervalo se encuentran diversas combinaciones de éstos dos tipos de reglas.

La indiferenciación entre ley física y ley moral, muestra una actitud animista y artificialista pues los objetos necesitan un mínimo de conciencia para

"comportarse" de acuerdo a una ley moral o social que es necesariamente impuesta por o para el hombre.

Las actitudes animistas y artificialistas se apoyan, se complementan o son contradictorias según el nivel de desarrollo intelectual del niño. Piaget nos presenta cuatro períodos del artificialismo y su relación con el animismo (Piaget,1993: 313-318):

En un primer período la magia, el animismo y el artificialismo se confunden. El niño no se plantea el problema del origen de los seres y objetos. La naturaleza está para él dirigida por los hombres o gravitando alrededor de ellos, sin que haya preocupación sobre el "como" de estas acciones del hombre sobre la naturaleza.

Un segundo período, llamado por Piaget "artificialismo mitológico", se inicia en el momento que el niño se plantea problemas sobre el origen. El animismo y el artificialismo son complementarios ya que el niño concibe a las cosas como fabricadas y vivas a la vez. Así, por una parte, los bebés proceden de los padres pero están hechos manualmente. Por ejemplo un niño de 7 años dice: *"Ella (mamá) tenía todavía carne de cuando yo nací. Para hacer a mi hermanita la ha moldeado con sus manos y la ha escondido largo tiempo"* (Piaget,1993: 308); otro niño a quien se le ha explicado que los niños vienen del vientre de la madre pregunta: *"Pero, ¿cómo pueden meter las manos en el vientre para hacerlos?"* (Piaget,1933: 310). Por otra parte, ciertos cuerpos naturales se conciben como salidos del hombre, por ejemplo, los niños identifican el viento con el aliento humano, la niebla con la respiración; los ríos o los océanos con la orina. Los astros son vivos, nacen y crecen y sin embargo, los hombres los han fabricado.

Es interesante señalar aquí que Piaget encuentra que algunos mitos de origen expresados por los niños tienen un gran parentesco en su contenido con los símbolos Freudianos de los sueños de nacimiento.

En un tercer período (artificialismo técnico), el niño empieza a preocuparse por el "cómo" de la fabricación, por la técnica. Fija su atención en las dificultades de la fabricación, lo que lleva a restar poder al hombre. La explicación deja de ser mitológica. Se pide a la técnica humana lo que ella puede producir y reserva a los procesos naturales el cuidado de hacer lo que el hombre ha preparado. Por ejemplo el origen de los ríos se explica tanto por la fabricación humana (el hombre es quién hizo el lecho del río), como

por la naturaleza (el agua del río ha caído de las nubes por un proceso natural). El animismo y el artificialismo son en este período contradictorios pues la vida sólo se reserva a los cuerpos que tienen movimiento propio (p.e. los astros, el viento), y los cuerpos fabricados dejan de concebirse como vivos.

En un cuarto y último período (artificialismo inmanente), la idea de que la naturaleza es fabricada por el hombre desaparece, sin embargo, las facultades que se atribuían al hombre se otorgan ahora a la naturaleza, la cual aparece en las explicaciones de los niños preñada de fines. Así, el finalismo sobrevive al artificialismo de los etapas precedentes (p.e: las nubes se deben a la evaporación, proceso natural, pero siguen siendo "hechas para" traernos la lluvia) (Piaget,1993: 317)

En este período se unen las corrientes procedentes del animismo y del artificialismo. Ciertos caracteres animistas y artificialistas permanecen, por ejemplo para algunos niños, los astros tienen un origen natural pero artificialista, (p.e. la luna se hace redonda porque es el viento quien la hace engordar), no nos siguen pero son conscientes de su propia marcha (animismo). Pero, la mayoría de los caracteres son animistas y artificialistas a la vez, por ejemplo, la idea de fuerza sustancial, cada cosa tiene su propia actividad espontánea (p.e.: los relámpagos se condensan en astros; el rayo da humo y éste forma las nubes (Piaget, 1993: 259 y 317).

Piaget analiza las causas que originan el animismo y el artificialismo en el pensamiento infantil. Distingue dos tipos de causas: Individuales (ligadas a la toma de conciencia del niño de su propia actividad) y sociales (ligadas a las relaciones que el niño siente existir entre el yo y lo que le rodea, principalmente entre él y sus padres) (Piaget,1993: 319). Considera que las primeras son más importantes para los casos de la magia (ya analizada en páginas anteriores) y el animismo, y las últimas para el caso del artificialismo.

En cuanto a los factores de orden individual, Piaget cuestiona la explicación que hace Freud, en su texto Totem y Tabú, del animismo como "proyección": *"la proyección al exterior de percepciones interiores es un mecanismo primitivo al cual están sometidos igualmente nuestras percepciones sensoriales, por ejemplo, y que juega, por consecuencia, un papel capital en nuestra representación del mundo exterior"* (citado por Piaget, 1993: 203). Argumenta que no puede haber "proyección" cuando

hay indisociación entre el yo y el mundo exterior. Indisociación en este caso secundaria (distinta a la primaria que se da en el caso del realismo), que *"consiste en prestar a las cosas caracteres análogos a los que el espíritu se presta a sí mismo, la conciencia, la voluntad, etc."*; y terciaria que *"consiste en prestar a las cosas la reciprocidad de nuestros caracteres"* (Piaget,1993: 210). Propone reemplazar la noción de "proyección" del yo en las cosas, por el concepto de "asimilación" del mundo exterior por el yo. El animismo se originaría por esta asimilación del mundo al yo, que permite la atribución de caracteres propios a las cosas.

Existe para Piaget una dependencia mutua entre las indisociaciones primaria, secundaria y terciaria y el egocentrismo. El siguiente párrafo lo expresa con claridad:

"Existe, pues, un círculo en el que se encuentra encerrada la conciencia primitiva: para disociar las nociones confusas, que mezclan lo objetivo y lo subjetivo, sería necesario que el pensamiento tuviese conciencia de sí mismo y se distinguiese de las cosas, pero para distinguirse de las cosas sería preciso que el pensamiento no introyectase en ellas caracteres ilusorios, debidos a la perspectiva egocéntrica" (Piaget,1993: 211).

En relación con los factores de orden individual que originan el artificialismo Piaget encuentra que el niño debido a sus intereses "narcisistas" y "autoeróticos"[6] (y en esto está de acuerdo con Freud), relaciona los fenómenos físicos con sus funciones orgánicas (p.e.: la micción en creencias sobre el origen de los ríos) o con su actividad manual.

Los factores de orden social tienen que ver con la dependencia del niño hacia sus padres y con la deificación que el niño hace de ellos. Desde recién nacido y durante algunos años, el niño depende materialmente de sus padres (o de las personas que los sustituyen). Para Piaget de este hecho surge la idea en el niño de que la naturaleza converge alrededor de él y son sus padres o los hombres en general quienes lo han organizado así. Por otra parte, el niño experimenta un sentimiento de comunión con los que le rodean y les atribuye su pensamiento.

Piaget, apoyado en sus investigaciones y en los estudios de Bovet sobre el sentimiento religioso[7], sostiene que el niño hasta aproximadamente los seis años cree que el mundo está hecho por sus padres quienes son

omniscientes, omnipotentes, tienen el don de la ubicuidad y son independientes del tiempo.

Es aproximadamente a los seis años de edad que el niño atraviesa una crisis intelectual y moral, que pone en duda los atributos que él había otorgado a sus padres, reflejándose esta crisis en las representaciones artificialistas que el niño tiene del mundo. El papel que jugaban los padres puede ser transferido a Dios o a los hombres en general.

He señalado las características que otorga Piaget al pensamiento infantil y los factores de orden individual y social que considera determinan dichas características. Pero, ¿qué razones pueden existir para que el realismo, el animismo y el artificialismo si no desaparezcan, si disminuyan notablemente con la edad?

Piaget argumenta que ninguna experiencia puede llevar al niño a modificar sus representaciones animistas y artificialistas, tampoco *"es el enriquecimiento del saber, ni la capacidad de control o experimentación"* (Piaget,1993: 206) sino un cambio cualitativo y radical de la mentalidad infantil.

A dos factores recurre Piaget para explicar el cambio de orientación del espíritu infantil: Desprendimiento del punto de vista propio o del yo (disminución del egocentrismo) y desprendimiento del lazo exclusivo que une al niño a sus padres. Así, el niño que atraviesa la crisis intelectual y moral que describe Bovet, busca explicaciones que no centren las causas de los fenómenos en el poder de los hombres sobre la naturaleza y en la medida que socializa su pensamiento y puede coordinar su punto de vista con el de los demás, deja de explicarse las cosas como parecidas a él y girando a su alrededor.

La distinción entre lo interno y el mundo exterior o físico no es innata, *"no resulta de una intuición directa sino de una construcción intelectual"* (Piaget,1993: 118). Si el estado primitivo del pensamiento, está caracterizado por un egocentrismo absoluto, se requiere todo un proceso de socialización del pensamiento, que dura varios años (aprox.) hasta los 11-12 años, para que el niño tome conciencia de su subjetividad y sea capaz de relativizar su punto de vista y de situarlo dentro de un conjunto de perspectivas posibles.

Piaget considera que este proceso de socialización tiene que ver menos con la adquisición de nuevos conocimientos que con un proceso de descentración mediante el cuál el niño disocia el sujeto del objeto y establece entre las cosas, las personas y su propio yo un sistema de relaciones comunes y recíprocas.

De esta manera, el pensamiento del niño hasta los 11-12 años de edad aproximadamente, adquiere una serie de características propias, producto de un egocentrismo cada vez más decadente, tanto en lo que se refiere al contenido del pensamiento como a la forma de razonar y comprender.

Por lo dicho hasta el momento, parece ser que para Piaget, las características del pensamiento infantil tienen que ver, en primera instancia, con un proceso de toma de conciencia progresiva del Yo y del pensamiento. Proceso que se inicia con la indisociación total entre el yo y el mundo exterior en el recién nacido y que culmina con la conciencia de la subjetividad propia y la disociación entre el yo y el mundo exterior en el adulto, con excepción de situaciones como el sueño, el duermevela, etc. donde tal disociación se pierde.

Ahora bien, quisiera señalar otra cualidad, si así se puede llamar, de las características del pensamiento infantil: la inconsciencia que estas "orientaciones de espíritu" tienen para el niño. Para Piaget el contenido del pensamiento infantil, es decir, las representaciones del niño sobre el mundo, consiste en *"un sistema de creencias íntimas y se necesita una técnica especial para llegar a descubrirlas. Es sobre todo, un sistema de tendencias, de orientaciones de espíritu, de las cuales el niño no ha tenido conciencia y de las que nunca ha hablado"* (Piaget,1993: 12)

Piaget considera que para conocer el contenido del pensamiento infantil, constituido fundamentalmente de imágenes y de esquemas motores combinados, donde *"las relaciones de los objetos entre sí están penetradas por enlaces inexpresables"* (Piaget,1993: 32), se requiere de un método especial, el método clínico, donde las respuestas o expresiones verbales de los niños son consideradas como síntomas mas que como realidades.

Tres aspectos quiero resaltar de lo señalado hasta el momento: el pensamiento del niño como constituido fundamentalmente de imágenes y con pocas posibilidades de ser expresado por el lenguaje; la "dualidad" del símbolo en tanto puede representar contenidos tanto "manifiestos" como

"latentes"; y las características del pensamiento infantil, como orientaciones de espíritu que determinan la perspectiva desde la cual el niño construye sus explicaciones sobre el mundo físico y que permanecen inconscientes para él. Aspectos que abordaré en los siguientes apartados.

2. El pensamiento del niño: ¿incomunicable?

La afirmación de Piaget de que el pensamiento del niño es incomunicable o al menos incomunicado, puede interpretarse "textualmente" y deducir de tal afirmación la idea de que el pensamiento infantil, basado fundamentalmente en imágenes y esquemas motores, no se puede expresar mediante el lenguaje y por lo tanto no hay forma posible de conocerlo.

Un análisis somero de los textos de Piaget puede mostrar lo superficial de tal interpretación. Este autor estudia el contenido del pensamiento del niño, "¿cómo podría hacerlo si este pensamiento no se expresara de alguna manera? El uso del término incomunicable se matiza en diferentes momentos en algunos de sus textos.

En su libro: *La representación del mundo en el niño*, señala: *"Entendemos por pensamientos informulables las actitudes de espíritu, los esquemas sincréticos, visuales o motores, todos estos preenlaces que se siente existir en cuanto se habla con un niño."* (Piaget,1993: 17). ¿No es este párrafo contradictorio?, ¿cómo se puede percibir a través de lo que el niño expresa oralmente algo que es informulable? Piaget, en otra parte del mismo texto, nos da elementos para interpretar sus afirmaciones desde otra perspectiva: *"En resumen, el principio de la interpretación de las respuestas "disparadas",[8] y hasta en parte de las espontáneas,[9] consiste en considerar estas respuestas como síntomas mas que como realidades"*. Es esta idea de síntoma, la que me permite entender desde otro lado lo dicho por Piaget: El niño en lo que dice expresa un contenido "manifiesto", pero a través de lo dicho expresa también, un contenido "latente" que no es expresado directamente sino en forma de "síntoma". De ahí que Piaget sugiera que al interpretar las expresiones de los niños, hay que *"conceder a toda creencia "disparada" el valor de un índice y buscar por medio de este índice la orientación de espíritu que ahí se descubre..." "no hay que retener de la respuesta mas que su dirección..."* (Piaget,1993: 31 y 32).

Las categorías contenido manifiesto/contenido latente, me permiten, por un lado, resolver la aparente contradicción entre la afirmación de Piaget de que

el pensamiento del niño es inexpresable y su intención de conocer este pensamiento a través de lo que el niño dice (en ciertas condiciones). Por otro lado, son un punto de enlace entre la explicación de Piaget sobre el contenido del pensamiento infantil y la explicación de Freud sobre el pensamiento onírico. Enlace que no significa continuidad, sino búsqueda de coincidencias, discrepancias y rupturas. Enlace que siento posible establecer dada la comparación que Piaget hace entre el pensamiento del niño y el sueño, como ya lo he señalado, pero que también Freud establece: *"Parece confinado a la vida nocturna lo que una vez, cuando la vida psíquica era todavía joven y defectuosa, dominó en la vigilia; ... El soñar es un rebrote de la vida infantil del alma superada"* (Freud, 1976: 559)

Freud en su libro "la interpretación de los sueños" plantea que entre el contenido onírico (al que accede a través de lo que sus pacientes le expresan al respecto o del recuerdo de sus propios sueños) y los resultados de sus observaciones sobre éste, existe un nuevo material psíquico: el contenido latente o ideas latentes del sueño.

El sueño para Freud, *"no es desatinado, ni absurdo, ni presupone que una parte de nuestras representaciones duerme, en tanto que otra comienza a despertar. Es un acabado fenómeno psíquico"* (Freud, 1952: 422). Su coherencia o incoherencia no hay que buscarla en lo que a primera vista se nos ofrece sino que es necesario tratar al "contenido manifiesto" como un jeroglífico al que hay que descifrar. Dicho contenido está constituido a expensas de las "ideas latentes", ideas que no pueden acceder directamente a la conciencia debido al fenómeno de la censura.^[10]

Freud encuentra que cada elemento del contenido manifiesto está sobredeterminado y múltiplemente representado en las ideas latentes y a su vez cada una de las ideas latentes está representada en el sueño por varios elementos.

Las ideas latentes son un complejo de ideas y recuerdos estructurados y con todos los caracteres de los procesos psíquicos que normalmente utilizamos durante la vida despierta. Cuando estas ideas son sometidas a la elaboración onírica sufren, mediante los procesos de condensación y desplazamiento, una transformación total quedando fragmentadas, subvertidas e interrelacionadas de forma completamente distinta a la original.

Freud sostiene que el sueño reproduce el contenido de las ideas latentes pero las relaciones lógicas de éstas entre sí son representadas por medio de mecanismos distintos. Por ejemplo, reproduce la coherencia lógica como simultaneidad; las relaciones causales por la sucesión de elementos del proceso onírico; la alternativa "o...o" (o esto o aquello) no puede representarse en el sueño, éste modifica dicha alternativa por una yuxtaposición; etc.

De esta manera, las ideas latentes y el contenido manifiesto " *se nos muestran como dos figuraciones del mismo contenido, en dos lenguajes diferentes; o mejor dicho, el contenido manifiesto se nos aparece como una versión de las ideas latentes en una distinta forma expresiva, cuyos signos y reglas de construcción hemos de aprender por la comparación del original con la traducción*" (Freud, 1976: 285).

Ambos, Piaget y Freud, se refieren a un contenido del pensamiento que no se expresa directamente, que no pasa por la conciencia y por tanto es inconsciente, pero que es posible conocerlo a través de sus expresiones indirectas, en lo que el sujeto relata sobre sus sueños, para el caso del pensamiento onírico, o en lo que el niño expresa sobre el mundo, en el caso del pensamiento infantil, es decir, este contenido del pensamiento se expresa a través de indicios o síntomas en el contenido manifiesto.

No intento establecer equivalencias entre los contenidos específicos del sueño y de las representaciones del mundo en el niño. En el caso del sueño, Freud plantea que éste se refiere a los deseos del sujeto, mientras que Piaget nos habla de "orientaciones de espíritu" como son el animismo, el artificialismo, etc., que si bien muy probablemente tienen relación con los deseos del niño, no pretendo mostrarlo pues no es necesario para los objetivos de este trabajo. Basta por el momento señalar que en ambos casos, el contenido latente es inconsciente, coherente, posee un sentido y se expresa indirectamente a través del contenido manifiesto.

No es mi intención profundizar en estos puntos, Sólo quisiera señalar que es posible pensar que la representación del mundo en el niño, si bien no se expresa directamente en lo que el niño dice, es en el contenido manifiesto donde podremos encontrar los "síntomas" o "indicios" que nos permitan acceder a ésta. De ahí que las expresiones de los niños, que se producen en ciertas condiciones, pueden considerarse como material del cual es posible

extraer sentidos distintos, sentidos que tienen que ver con el contenido latente.

3. La palabra y el pensamiento del niño.

No pretendo abordar en este apartado, la relación, de por sí compleja, entre el pensamiento y el lenguaje. Tan sólo quisiera resaltar una propiedad de la palabra, en tanto signo, es decir, como significante asociado a un significado.

Piaget, al estudiar la comprensión verbal en niños de 9 a 11 años, encuentra que el pensamiento egocéntrico provoca fenómenos de sincretismo, por ejemplo, sincretismo en el razonamiento que se presenta cuando una proposición arrastra a otra o una causa acarrea un efecto, no por una implicación lógica o una relación causal explicitada en detalle sino gracias a un esquema de conjunto que liga ambas proposiciones o representaciones del fenómeno como constituyendo un todo único, es decir, se crean implicaciones sin que haya análisis (Piaget, 1983: 139-145). Otro fenómeno de esta clase es el de la comprensión sincrética que se presenta cuando los elementos mismos de dos proposiciones son desnaturalizados en función de un esquema de conjunto. Por ejemplo, hay sincretismo cuando un niño (de 10 años) expresa que el proverbio "de una bolsa de carbón no sale polvo blanco" quiere decir lo mismo que la frase "quienes despilfarran su tiempo descuidan sus asuntos" ya que según explica el niño: *"los que derrochan su tiempo cuidan mal a sus hijos, no los lavan, se ponen negros como el carbón y no sale polvo blanco"* El niño retiene sólo una imagen de conjunto del proverbio que es proyectada en la frase, no porque ésta tuviera algo de común con el proverbio, sino porque era susceptible de ser imaginada así (Piaget, 1983: 141).

El sincretismo es una síntesis "subjetiva" Es un producto del egocentrismo infantil porque son los hábitos egocéntricos del pensar los que impulsan a satisfacerse con esquemas de conjunto individuales y arbitrarios.

Para Piaget, cuando un niño oye hablar, se esfuerza no tanto por entender el pensamiento ajeno (adaptarse), como por asimilar a su punto de vista o a su experiencia anterior, todo lo que se dice. En su investigación encuentra que si el niño desconoce una o más palabras de entre lo que escucha, no se preocupa por preguntar por su significado sino que funde la palabra en el contexto que al niño le parece suficientemente entendido. Es el esquema de conjunto el que da sentido a la o las palabras desconocidas.

Los fenómenos de sincretismo son para Piaget eslabones entre el pensamiento onírico y el lógico pues, el sincretismo:

"Como el sueño `condensa' en un todo elementos objetivamente dispares. Como el sueño `desplaza' al azar de las asociaciones de ideas, de los parecidos exteriores o de las asonancias puramente glósicas, los caracteres que parecen aplicarse sólo a un objeto determinado. Pero, por otra parte, esta condensación y este desplazamiento no son tan absurdos como en el sueño (ni están tan penetrados de afectividad) o en la imaginación autística: están cerca de la comparación lógica misma. Se puede estimar que sirven de transición entre los mecanismos prelógicos y lógicos del pensamiento" (Piaget, 1983: 151).

Se puede pensar que estos fenómenos de sincretismo llevan a que las palabras, destinadas a ser comprendidas, no se asocien a determinados significados socialmente asignados, sino que el niño las relacione con otras ideas, creando de esta manera otros sentidos y por lo tanto nuevas significaciones, pues si bien el significante se mantiene es asociado a otros significados.

Esta asociación subjetiva que hace el niño entre significante y significado me recuerda lo que Piaget plantea en relación con el juego simbólico, donde el lazo entre el significante y el significado es totalmente subjetivo. El simbolismo para este autor, *"ofrece al niño el lenguaje personal, vivaz y dinámico, indispensable para expresar su subjetividad intraducible por el sólo lenguaje colectivo"* (Piaget, 1961: 228).

Pero si en el juego el niño se vale del símbolo para expresar su subjetividad, ¿acaso no hace lo mismo con las palabras mediante los fenómenos de sincretismo?

Estos lazos arbitrarios y subjetivos (por oposición a arbitrarios pero sociales), entre significante y significado tanto en el símbolo empleado en el juego como en el signo lingüístico utilizado en las expresiones de los niños, pueden considerarse como una de las vías de manifestación del pensamiento informulable del que nos habla Piaget.

Para apoyar esta tesis, quisiera señalar la "dualidad" que Piaget otorga al símbolo:

"Todo símbolo es o puede ser, a la vez, o primario o secundario, es decir que puede comportar, además de su significación inmediata y comprendida por el sujeto, significaciones más profundas exactamente como una idea, además de lo que implica conscientemente en el razonamiento que lo utiliza en el momento considerado, puede contener una serie de implicaciones que escapan momentáneamente, o desde hace tiempo, o aún, que siempre han escapado a la conciencia del sujeto." (Piaget, 1961: 237)

Son los trabajos Freudianos los que revelan la capacidad de la palabra para remitir a un significado distinto del que socialmente nombran. Freud nos enseña que *"no es sino con las palabras que el sujeto puede decir lo que casualmente no quiere en absoluto decir (...)* Los lapsus, las equivocaciones verbales, los olvidos de palabras, son cortocircuitos del discurso por donde se filtra el deseo inconsciente" (Masotta, 1986: 56).

Freud señala que la operación que subyace al chiste, donde *"la palabra permanece, su sentido se desliza subrepticia y repentinamente cambia"*, es la misma operación que subyace a todo producto del inconsciente: el lapsus, el síntoma, el sueño, el acto fallido (Masotta, 1986: 46).

En su libro "la interpretación de los sueños" Freud nos habla de la función que juegan las palabras en la elaboración onírica: *"Las palabras son tratadas con frecuencia como si fueran cosas, y sufren entonces iguales uniones, desplazamientos, sustituciones y condensaciones que las representaciones de cosas. Resultando de estos sueños la creación de formaciones verbales singularísimas y a veces muy cómicas"* (Freud,1952: 527). Compara los juegos verbales en los que los niños tratan las palabras como objetos e inventan con ellas nuevos idiomas y palabras artificiales, con el papel que las palabras juegan en la elaboración onírica (Freud,1952: 531).

De esta manera, en el sueño la palabra puede ser despojada de su sentido y reunir en ella otras diversas significaciones, mediante los procesos de condensación y desplazamiento.

Es esta propiedad de la palabra, la operación Tero como la llama Masotta, la que puede ser una vía de acceso a ese otro significado, a esos sentidos distintos que se expresan, sin que el sujeto se dé cuenta, en lo que éste dice.

4. Consideraciones Metodológicas.

Tres ideas se articulan a lo largo de lo expuesto en los apartados anteriores: El niño construye sus representaciones sobre el mundo desde una perspectiva muy distinta a la del adulto; [11] éstas representaciones no se expresan directamente en lo que el niño dice; y sin embargo, es mediante la palabra como el niño manifiesta su pensamiento.

Tanto Piaget como Freud plantean métodos específicos para intentar conocer las ideas latentes, en un caso, y las representaciones del niño, en el otro.

Piaget retoma el método clínico utilizado por los psiquiatras como medio de diagnóstico. Sostiene que este método permite, por una parte, conversar con el sujeto siguiéndole en sus ideas, atentos a lo que pueda surgir, y por otra, conducirlo suavemente a las zonas críticas manteniendo constantemente la conversación en un terreno fértil. Para Piaget, el objetivo central en la aplicación de éste método *"no consiste en conseguir que haya una respuesta, sino en hacer hablar libremente y en descubrir las tendencias espontáneas, en vez de canalizarlas y ponerles diques. Consiste en situar todo síntoma dentro de un contexto mental, en lugar de hacer una abstracción de éste"* [12] .

Provocar que el sujeto hable libremente, característica central del método utilizado por Piaget, lo es también para el método de análisis Freudiano. Dos condiciones son indispensables para el desarrollo de éste último método: Una intensificación de la atención del sujeto sobre sus percepciones psíquicas y una exclusión de la crítica con la que acostumbra seleccionar las ideas que en él emergen. Para Freud existe una diferencia importante entre la disposición de ánimo del sujeto que reflexiona y de aquel que observa sus procesos psíquicos: *"El sujeto sumido en la reflexión ejercita una crítica, a consecuencia de la cual rechaza una parte de sus ocurrencias emergentes después de percibir las, interrumpe otras en el acto, negándose a seguir los caminos que abren a su pensamiento y reprime otras antes que hayan llegado a la percepción, no dejándolas devenir conscientes"* (Freud, 1952: 409).

En ambos métodos se busca que el sujeto se exprese y se intenta crear las condiciones que favorezcan esta expresión y que eviten, en la medida de lo posible, que el sujeto censure sus propios pensamientos, ya sea debido a la

"censura endopsíquica" (en el caso del psicoanálisis) o debido a la sugestión producida por la influencia que ejerce el adulto que interroga al niño.

El pensamiento infantil, como lo he mostrado en diferentes momentos en este capítulo, no se expresa directamente, sino que es necesario buscar los sentidos que se expresan en lo que los niños dicen. Piaget ha señalado ya las dificultades que se enfrentan en el intento de conocer las representaciones de los niños y la facilidad con la que éstos se sugestionan a partir de las intervenciones del adulto.

La influencia que el entrevistador tiene sobre las expresiones del niño, ha sido señalada, además de Piaget, por diferentes investigadores, por ejemplo Perret-Clermont nos dice: *"mediante sus respuestas en una situación de entrevista, el niño manifiesta tanto, si no más, su preocupación por colmar las expectativas del interlocutor, como por manifestar su pensamiento o su búsqueda de la comprensión. Sus respuestas están marcadas por la intención que atribuye a su destinatario o al menos por la imagen que tiene de ella"* (Perret-Clermont, 1983).

Otros datos que muestran como los niños, en muchos casos, tienden a buscar satisfacer las expectativas que suponen tiene el maestro o el adulto, son descritos por Giordan y De Vecchi, quienes señalan con relación a los dibujos de los alumnos: *"Cuando un alumno dibuja para su maestro, adopta provisionalmente, para esa ocasión, los tipos de dibujo de esa persona en lugar de los suyos propios"* (Giordan y De Vecchi, 1988).

Los fenómenos descritos se presentan en situaciones de entrevista o de clases experimentales donde los adultos buscan precisamente que los alumnos expresen su pensamiento.

En la relación pedagógica, necesariamente desequilibrada en términos de relaciones de poder, donde el maestro generalmente demanda que los alumnos se manifiesten dentro del marco delimitado por su discurso, ¿en qué medida se expresa el pensamiento infantil? ¿cuáles son sus formas de expresión? ¿qué papel juega éste en la dinámica de la clase? ¿qué condiciones favorecen su expresión?

En mi intento de encontrar vías de respuesta a estas preguntas, y con base en lo expresado a lo largo de este capítulo, parto de la idea de que el pensamiento del niño sobre los diferentes fenómenos que se abordan en clase, basado muy posiblemente en imágenes más que en conceptos, es

expresado difícilmente mediante el lenguaje. Y, sin embargo, es a través de lo que dicen,(contenido manifiesto), como expresan lo que en el fondo piensan (contenido latente).

El niño al hablar, sin quererlo y de manera inconsciente, expresa aquello que tal vez no desee decir El contenido manifiesto puede estar transformado, en mayor o menor medida, en relación con las ideas latentes, dependiendo de la censura exterior que el niño perciba[13] (por medio de la sugestión o de la coerción expresada directamente o mediante el contexto),[14] y de las dificultades para expresar sus ideas mediante el lenguaje.

En primera instancia, parecería factible intentar conocer las ideas latentes de los niños mediante el análisis del contenido manifiesto. Sin embargo, son evidentes los problemas metodológicos para acceder al contenido latente mediante el análisis de lo que sucede en una clase de ciencias naturales. No es posible cumplir con ninguna de las condiciones que se plantean para llevar a cabo el "método clínico" propuesto por Piaget y ni que decir del método de análisis freudiano.

No obstante, considero que sin pretender conocer el contenido latente, es posible buscar los diferentes "sentidos" que poseen las expresiones de los niños, cuando hablan sobre diferentes fenómenos naturales y analizar lo que sucede con estos "sentidos" a lo largo de la clase. Es esto lo que me propongo hacer en este estudio.

Sentidos que se manifiestan en las expresiones de los niños, a través de las palabras, gracias a la propiedad del signo de representar no sólo el significado socialmente asignado sino significaciones que surgen de la subjetividad del que habla.

Benveniste señala que *"el sentido de la frase es en efecto la idea que expresa; este sentido es realizado formalmente en la lengua por la elección, la disposición de las palabras, su organización sintáctica, por la acción que ejercen unas sobre otras."* (Benveniste, 1989: 227).

Cuando un alumno expresa su explicación sobre determinado fenómeno, selecciona ciertas palabras y las reúne de una manera específica. El sentido que se manifiesta a través de lo dicho por el niño es distinto al significado que cada una de las palabras, en tanto signos, poseen.

La distinción que Benveniste establece entre el signo y la palabra, entre lo semiótico y lo semántico, es fundamental para el análisis que realizo. Siendo la palabra la misma entidad léxica que el signo adquiere connotaciones distintas: en tanto signo, *"se define como la unidad semiótica, es recibido como dotado de significaciones en la comunidad de aquellos que practican una misma lengua y la totalidad de estos signos forman la totalidad de la lengua"* (Benveniste,1989:223), tiene solamente valor genérico y conceptual, no admite significado particular u ocasional; en tanto palabra, unidad semántica, está ligada a la frase, que es expresión de lo particular, acontecimiento irrepetible y evanescente, y es dentro de ella que la palabra adquiere su sentido, sin que éste corresponda al de la frase. Lo semántico tiene que ver con lo que el sujeto quiere decir. El sujeto reúne palabras y expresa a través de su empleo un sentido particular: *"El sentido de la frase es su idea, el sentido de la palabra es su empleo"* (Benveniste,1989: 228). La palabra entonces puede adquirir, por la relación que dentro de la frase tiene con las otras palabras, sentidos que no posee en sí misma y que incluso pueden ser contradictorios con los que podría adquirir en otras circunstancias, es decir, las condiciones de empleo pueden transformar el sentido de las palabras. La frase está ligada al presente, al conjunto de circunstancias donde se genera, la "referencia" de la frase es el hecho al que se refiere, es la situación del discurso donde se produce.

Para Benveniste, los sistemas semiótico y semántico se superponen:

"En la base reside el sistema semiótico, organización de signos, según el criterio de significación, cada uno de ellos con una denotación conceptual, e incluyendo en una subunidad el conjunto de sus sustitutos paradigmáticos. Sobre este fundamento semiótico, la lengua-discurso construye una semántica propia, una significación de lo intentado producida por sintagmación de palabras, donde cada una no retiene sino una pequeña parte del valor que tiene en tanto signo" (Benveniste,1989: 230).

Es la distinción que establece Benveniste entre palabra y signo, y la función que Freud da a la palabra en la elaboración onírica, lo que me permite analizar en las expresiones de los alumnos las significaciones que ahí se expresan, buscar en la cadena hablada los sentidos que en ella se crean, sentidos que no necesariamente expresan directamente las

"representaciones" de los alumnos (contenido latente) pero que pueden ser indicios de éstas.

En esta búsqueda es necesario considerar que las expresiones de los niños (contenido manifiesto) estarán determinadas por múltiples factores, (entre ellos la sugestión en los términos que la maneja Piaget), debidos a las numerosas interacciones entre maestro y alumnos y alumnos entre sí y a las situaciones concretas dentro de las que se dan dichas expresiones. De esta manera, cada una de ellas tendrá que ser analizada en el contexto preciso en que se produjo.

-
- [1] Piaget publicó numerosos trabajos sobre el pensamiento del niño, pueden verse algunas referencias bibliográficas al final de este documento (Piaget, , 1971, 1973, 1988 y 1993).
 - [2] En la literatura aparecen un gran número de reportes de investigación sobre las representaciones que los niños tienen sobre diferentes fenómenos físicos, químicos o biológicos. Driver,1989 hace una buena síntesis de varios de ellos. En México, existen pocas investigaciones al respecto. Puede verse: Núñez et al, 1983; León, 1984 y 1986; Gallegos, et al, 1993; Jara et al, 1991
 - [3] Piaget retoma la definición de Levy-Bruhl de "participación": es "la relación que el pensamiento primitivo cree percibir entre dos seres o fenómenos que considera como parcialmente idénticos, como influenciados estrechamente aunque no haya entre ellos ni contacto espacial ni conexión causal inteligible" (Piaget,J., 1993 Pág..120)
 - [4] Piaget llama "magia" al uso que el sujeto cree poder hacer de las relaciones de participación con propósito de modificar la realidad.
 - [5] Observación hecha durante una investigación que realizamos con niños de secundaria sobre sus representaciones sobre la respiración.(Petrich,et al, 1990)
 - [6] Término que utiliza Freud para designar los intereses que se relacionan con todas las funciones orgánicas y con los complejos parentales.
 - [7] Bovet (1919, 1920, 1925) tiene la tesis de que el niño atribuye a los padres las perfecciones y los atributos que mas tarde conferirá a Dios, si la educación religiosa le da ocasión para ello.
 - [8] cuando el niño no tiene necesidad de razonar para contestar a la pregunta, sino que puede dar con presteza una respuesta formulada o formulable. Existe cuando la pregunta no es nueva para el niño y en el caso de que la respuesta sea fruto de una reflexión anterior y original. Se excluyen las influenciadas por las enseñanzas recibidas con anterioridad al interrogatorio.
 - [9] cuando el niño no tiene necesidad de razonar para contestar a la pregunta, sino que puede dar con presteza una respuesta formulada o formulable. Existe cuando la pregunta no es nueva para el niño y en el caso de que la respuesta sea fruto de una reflexión anterior y original. Se excluyen las influenciadas por las enseñanzas recibidas con anterioridad al interrogatorio.
 - [10] Freud hace intervenir el concepto de censura para explicar los diversos mecanismos de deformación que actúan en la elaboración onírica. La censura es una función permanente que "tiende a impedir, a los deseos inconscientes y a las formaciones que de ellos se derivan, el acceso al sistema preconscious-consciente.(Laplanche,J. y Pontalis, J-B., 1974; Pág..55)
 - [11] Señalar que el niño se explica el mundo desde una perspectiva distinta a la del adulto, no significa que la interacción niño-adulto no influya en ésta. Al contrario, considero que esta relación en particular la relación del niño con sus padres es fundamental, como ya lo señalé anteriormente, en la conformación de esta perspectiva.
 - [12] Si se desea profundizar sobre este punto ver: Piaget,J., 1993; Pág.. 11-36
 - [13] En una investigación de corte etnográfica Antonia Candela (1989) encuentra que dependiendo de las condiciones en las que ocurren los intercambios verbales entre maestro-alumnos y alumno-alumno, se favorece o no que los niños expresen explicaciones alternativas a las manifestadas por el maestro.

[14] "se sabe que no se tiene derecho a decirlo todo, que no se puede hablar de todo en cualquier circunstancia, que cualquiera, en fin, no puede hablar de cualquier cosa. Tabú del objeto, ritual de la circunstancia, derecho exclusivo o privilegiado del sujeto que habla: he ahí el juego de tres tipos de prohibiciones que se cruzan, se refuerzan, o se compensan, formando una compleja malla que no cesa de modificarse." Foucault, M. 1970; pag.11-12

III. EL CONTEXTO DE LA INVESTIGACION.

1. El proyecto: Alternativas para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

La preocupación por analizar las posibilidades y formas de expresión del pensamiento infantil en el aula, surge del trabajo que durante varios años realizamos con diferentes grupos de maestros de educación básica (primaria y secundaria) en escuelas del Distrito Federal.

El objetivo central de este proyecto fue generar un proceso de modificación de la práctica docente cotidiana en el área de ciencias naturales, a partir del análisis de lo que sucede en el aula y de la reflexión sobre los principales aportes de los estudios sobre el pensamiento infantil y el aprendizaje de los conocimientos científicos. El proyecto[1] se llevó a cabo de 1985 a 1991 en escuelas de educación básica.

Una parte de los datos que sirven de base al análisis que se presenta en los siguientes capítulos fueron obtenidos a partir de la observación de clases de ciencias naturales impartidas por algunos de los maestros participantes en el proyecto antes citado, por lo que consideré necesario describir brevemente las características de éste.

En términos muy generales el trabajo se organizó en torno a cuatro aspectos: a) Formación docente, b) análisis de la práctica pedagógica, c) Diseño de estrategias didácticas y d) análisis y modificación, en la medida de lo posible, de las condiciones institucionales.

Para abordar de forma paralela y articulada los cuatro aspectos mencionados, se constituyó un equipo de trabajo (integrado por investigadores y maestros) que se propuso: analizar la práctica docente cotidiana, detectar algunos de los problemas que se enfrentan cuando se enseñan las ciencias naturales, discutir diferentes aspectos teóricos relacionados con la educación y en particular con la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos científicos, buscar alternativas de enseñanza y

ponerlas a prueba modificándolas tantas veces como se considerara necesario.

Un aspecto central de la metodología de trabajo fue la observación (de corte etnográfico) de las clases y la discusión colectiva de los registros de observación. Estas discusiones fueron enriquecidas con lecturas relacionadas con los problemas que se planteaban y con el análisis conceptual y el trabajo experimental sobre los contenidos del programa de estudio que serían tratados en las clases.

La metodología de trabajo permitió que los profesores pusieran en la mesa de discusión sus concepciones acerca de la ciencia, de su enseñanza, de los procesos de aprendizaje de los alumnos, etc., las analizaran y se dieran la oportunidad de insertar ciertas modificaciones en su práctica docente. Los resultados obtenidos eran a su vez analizados y daban pie a nuevos cuestionamientos y propuestas, creando así un proceso permanente de construcción de estrategias didácticas que siempre estarían a prueba.

Las estrategias didácticas que se diseñaron, al ser producto del análisis descrito, de manera natural se adecuaban a las modificaciones que el maestro se sentía capaz de realizar en su práctica y estuvieron dentro del margen de acción que las condiciones institucionales existentes ofrecían en esos momentos o dentro de las posibilidades de modificación de éstas que el equipo pudo negociar con la institución.

Los aportes de los investigadores participantes en el proyecto, al trabajo de análisis desarrollado por el equipo, no era un "modelo didáctico" sino principios teóricos generales (enfoque constructivista del aprendizaje) y criterios que orientaron el diseño de las actividades didácticas. Estos se proporcionaron a los maestros conforme el proceso lo fue requiriendo. Durante el análisis colectivo se decidía como estos principios y criterios se concretarían en formas específicas de enseñanza.

Uno de los productos importantes de este proyecto fue la construcción de una propuesta de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales para la educación básica que tiene una enorme ventaja: surgió en y desde el salón de clases.^[2]

Por otra parte, las características del proyecto permitieron que los investigadores tuviéramos una estancia prolongada en las escuelas y por lo tanto nos integráramos, de alguna manera, a éstas. Durante varios años se

estuvo en contacto permanente con los maestros y alumnos y se observó cotidianamente el desarrollo de las clases.

2. El origen de las interrogantes

El conocimiento sobre la dinámica escolar y sobre los fenómenos que ocurren en el salón de clases cuando se enseñan las Ciencias Naturales, que obtuve durante el desarrollo del proyecto descrito, me permitió realizar un primer nivel de análisis y detectar aquellos problemas o procesos que sería importante investigar con mayor profundidad. En particular, un hecho llamó profundamente mi atención y las interrogantes que generó están en el origen de este trabajo de investigación: Los profesores tienen una enorme dificultad para escuchar y tomar en cuenta las ideas y formas de pensar de sus alumnos. Veamos con un poco más de detalle la situación:

El trabajo pedagógico desarrollado en el proyecto citado tuvo como marco teórico de referencia un enfoque constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. Los supuestos teóricos en los que se sustenta este enfoque fueron discutidos con los profesores y se concretaron en criterios y líneas generales de acción que orientaron el diseño de las estrategias didácticas. Algunas líneas de acción acordadas en el equipo fueron:

- ✦ Crear las condiciones para que los alumnos expresen sus concepciones acerca de los fenómenos que se estudian en clase, las discutan con sus compañeros y las confronten con nueva información y con la realidad a través de actividades experimentales.
- ✦ Organizar la clase con base en las ideas e intereses de los niños.
- ✦ Promover que sean los alumnos los que diseñen las actividades experimentales de acuerdo a sus preguntas y controversias, de manera que les permitan confrontar sus ideas con la experiencia.
- ✦ Procurar que el inicio de cualquier tema se realice mediante una pregunta abierta para que sean los propios niños quienes se planteen preguntas más específicas definiendo mediante éstas el nivel de complejidad con el que se iniciará el estudio del tema.
- ✦ Evitar comenzar la clase con definiciones de conceptos y el uso indiscriminado de términos científicos.

El equipo de trabajo diseñó las clases conforme a lo acordado. Los maestros modificaron significativamente la organización de las actividades didácticas, utilizaron estrategias que permitían: la expresión y discusión de las ideas de los niños, la elaboración de preguntas, el diseño de experimentos y la búsqueda de información. Sin embargo, paralelamente, los profesores pusieron en juego diferentes mecanismos que les permitían controlar la dirección del discurso que se desarrollaba en la clase. Los profesores de manera conciente querían e intentaban trabajar con las ideas de los alumnos y con sus razonamientos, pero de manera sutil –con gestos, tipo de expresiones verbales, tono de voz, selección de los alumnos a quienes se daba la palabra, modificación del sentido que se daba a las expresiones de los alumnos- orientaban las discusiones hacia las conclusiones que los profesores consideraban correctas y que coincidían con las explicaciones que ellos tenían de los fenómenos.

En las sesiones de análisis del equipo de trabajo se discutieron los hechos descritos, los profesores después de analizar los registros de observación de clases tomaron conciencia de que utilizaban ciertos mecanismos, como los ya mencionados, para guiar la discusión hacia donde ellos deseaban, pero no podían explicar porque lo hacían. Cuando lograban no utilizar cierto mecanismo, sin darse cuenta, lo sustituían por otro que producía el mismo efecto.

En un trabajo anterior (León y Venegas, 1990) analizamos esta experiencia y concluíamos que situaciones como la descrita muestran que la transformación de la enseñanza de las Ciencias Naturales no es un problema técnico, no basta con encontrar las metodologías de enseñanza más idóneas. Tampoco es suficiente que el maestro desee modificar su forma de enseñar, no se trata sólo de un problema de voluntad, sino que tendríamos que preguntarnos hacia dónde debemos dirigir nuestros esfuerzos para tratar de comprender la realidad compleja que se nos presenta así como nuestros intentos por modificarla.

Esta tesis responde a ese llamado y pretende aportar elementos para comprender qué ocurre con el pensamiento del alumno en la dinámica de la clase y el por qué de las dificultades del profesor para escuchar las ideas y formas de razonar propias del niño. El problema no es sencillo y para abordarlo se requiere iniciar su estudio a partir de preguntas básicas: ¿en qué medida la relación pedagógica, relación que tiene características

propias, permite la expresión del pensamiento infantil? ¿cuáles son las formas de expresión de este pensamiento dentro del ámbito escolar? ¿qué condiciones favorecen su expresión? ¿qué papel juega en la dinámica de la clase?

Éstas son algunas de las preguntas que están en el origen de este trabajo. Me planteo como problema analizar las posibilidades y formas de expresión del pensamiento infantil en el contexto de las clases de Ciencias Naturales en la escuela primaria. Lugar donde las formas de comunicación adquieren características muy específicas, donde la relación entre maestro y alumno es necesariamente desequilibrada en términos de relaciones de poder, donde la función del maestro (enseñar) y la del alumno (aprender) están fijadas de antemano.

3. El sustento empírico de la investigación.

Para estudiar las posibilidades y formas de expresión del pensamiento infantil en las clases de Ciencias Naturales, me propuse realizar una investigación cualitativa que me permitiera analizar los intercambios verbales entre alumnos y maestros y entre los propios alumnos en el contexto en los que estos se producen. De esta manera, elegí la vía de un estudio a profundidad de algunos casos que me permitiera construir categorías teóricas que después facilitarían el análisis de otros casos.

El referente empírico serían las expresiones verbales de los alumnos y maestros durante clases de Ciencias Naturales. El análisis se realizó fundamentalmente sobre registros de observación de clases (de corte etnográfico). Las clases fueron grabadas en cinta magnetofónica y se tomaron registros detallados sobre lo que en éstas sucedió. Con ambos elementos se elaboraron los protocolos o registros de observación de la clase. De esta manera, la mayoría de las expresiones de los alumnos y del maestro son textuales y se intentó describir con detalle, en la medida de lo posible, la situación donde estas expresiones se produjeron.

Durante la investigación se llevaron a cabo dos momentos de observación de clases: En un primer momento, se realizó un seguimiento de 4 maestros de cuarto y quinto grado a lo largo de varias clases. Tres de ellos pertenecían a una de las escuelas donde se realizó el proyecto citado anteriormente: escuela privada de nivel socioeconómico medio (escuela A), dos de los tres

profesores participaron activamente en dicho proyecto. El maestro restante es de una escuela primaria pública federal (escuela B).

Un primer análisis sobre estos registros permitió delimitar con mayor precisión el problema y puso en evidencia la necesidad de centrar el estudio en relación a un contenido de enseñanza específico, dada la imposibilidad de profundizar el análisis sobre los diversos contenidos abordados en las diferentes clases observadas. Es así como se selecciona el tema de evaporación y combustión.

En el segundo momento de obtención de información, se realizaron nuevas observaciones de clase, en 4º y 5º grado de primaria, donde se trataron los contenidos en cuestión. Se observaron 3 maestros: una maestra de la escuela A, que ya había sido observada en el primer momento y que participaba en el proyecto que se llevó a cabo en esa escuela, y dos maestros de escuelas públicas federales (escuelas C y D).

De esta manera se observaron maestros de escuela pública y privada, y para cada caso, maestros que participan en el proyecto descrito anteriormente y maestros que no lo hacen. Las tablas siguientes resumen las características de escuelas y maestros.

Primer momento de observación de clases:

MAESTRO	GRADO	PARTICIPACION PROYECTO	ESCUELA	Núm. CLASES OBSERVADAS
a	5º primaria	Si	A (privada)	8
b	4º Primaria	Si	A (privada)	5
c	5º Primaria	No	A (privada)	3
d	5º primaria	No	B (pública)	6

Segundo momento de observación de clases:

MAESTRO	GRADO	PARTICIPACION PROYECTO	ESCUELA	Núm. CLASES OBSERVADAS
b	5º primaria	Si	A (privada)	1

b	4º Primaria	Si	A (privada)	1
e	4º Primaria	No	C (pública)	1
f	4º primaria	No	D (pública)	1

En total se observaron 26 clases, de las cuales en 12 se abordaron los fenómenos de evaporación y/o combustión. Estas 12 clases se sometieron a un primer análisis que proporcionó algunos elementos sobre la perspectiva desde la cual los alumnos se explicaban los fenómenos en cuestión y permitió seleccionar 5 clases para profundizar el análisis. Estas clases son: la segunda clase observada de la maestra "a" (la primera fue una sesión de laboratorio) y todas las clases observadas en el segundo momento.

Los criterios para la selección de las clases fueron: a) que el tema de la clase versara sobre los fenómenos de evaporación, combustión o ambos; b) que en el conjunto de las clases seleccionadas hubiera por lo menos tres maestros distintos, algunos de ellos participantes en el proyecto y otros no; c) que las escuelas donde se desarrollaron estas clases fueran tanto públicas como privadas; d) dentro del conjunto de clases observadas de un maestro, se seleccionó aquella donde los intercambios verbales entre alumnos y entre maestro y alumnos fueran frecuentes y diversos y e) que las clases fueran de cuarto o quinto grado de primaria.

A continuación presentaré un breve resumen de lo ocurrido en cada una de estas 5 clases:

1) ESCUELA "A", MAESTRA "a", GRADO: 5º., GRUPO 1

ANTECEDENTES: En una clase anterior a ésta los niños trabajaron en el laboratorio donde realizaron dos experimentos: El primero consistió en pesar un pedazo de cartón sobre una balanza de dos brazos, prenderle fuego y observar si disminuía o no de peso. El segundo experimento consistió en calentar agua en un tubo de ensaye colocado sobre un mechero. Ambos experimentos habían sido diseñados por los niños en clases anteriores para ver, (según aparece en las notas de la maestra pues la clase no fue observada) lo que sucede con las moléculas: si se van en el humo, se quedan en las cenizas o parte se quedan y parte se van.

Antes de iniciar la actividad experimental la maestra pidió a los niños que anotaran en una hoja de papel las siguientes preguntas ¿qué pienso que va

a pasar? ¿qué paso? ¿pasó lo que creías? y que respondieran en ese momento la primera pregunta y durante la experimentación a las dos siguientes. Los niños distribuidos en equipos realizaron la actividad experimental y elaboraron sus escritos. Durante estas actividades los alumnos trabajaron libremente ya que la maestra se limitó a dar indicaciones generales y a apoyar con acciones prácticas a los equipos que lo requerían, por ejemplo encender el mechero, indicar como sostener el tubo de ensaye, etc.

CLASE: En la clase siguiente a la sesión de laboratorio la maestra promueve que se discuta lo ocurrido en ésta. En términos generales la clase se puede dividir en cinco situaciones:

SITUACION 1:

Se genera una discusión a partir de la siguiente intervención de la maestra: "ya cada equipo hizo el experimento y vio que fue lo que pasó en el experimento". Durante la discusión se pueden detectar cuatro momentos:

- 1) Los niños inician el debate, expresan sus puntos de vista sin que la maestra haya dado ninguna indicación, ni intervenido para señalar los puntos a discutir u orientar la discusión.
- 2) La maestra retoma lo dicho por los alumnos y lo señala como puntos a debatir, se genera una discusión coordinada por la maestra.
- 3) Un alumno en su explicación utiliza el término "transformación química", la maestra pregunta ¿qué es una transformación química?, se genera una discusión sobre si quemarse es un cambio físico o químico.
- 4) Un niño introduce un problema sobre los globos aerostáticos: ¿qué provoca que los globos se eleven?. A partir de aquí se genera una discusión sobre diferentes aspectos relacionados con el problema planteado.

SITUACION 2:

Un maestro de otro grupo entra al salón interrumpiendo la discusión. Mientras los dos maestros hablan los niños discuten entre ellos.

SITUACION 3:

La maestra, ante la dinámica establecida entre los alumnos, propone que se discuta en pequeños grupos. No señala los puntos a tratar. En cada equipo los niños abordan los puntos de su interés.

SITUACION 4:

Cada equipo presenta sus conclusiones al resto del grupo. Varios equipos leen el escrito que elaboraron colectivamente, otros leen y explican y otros sólo explican. Después de que cada equipo presenta sus conclusiones los alumnos y la maestra intervienen.

SITUACION 5:

Discusión de todo el grupo coordinada por la maestra sobre los puntos que se abordaron en las conclusiones de los equipos. Los niños hacen intervenir nuevos elementos en la discusión.

La clase tuvo una duración aproximada de dos horas.

Una característica importante de esta clase es que prevalecen a lo largo de ésta, condiciones que favorecen que los alumnos expresen sus ideas. Sólo se presentan ciertos momentos donde maestros y alumnos discuten sobre la significación que dentro del discurso escolar se da a ciertos términos, por ejemplo, en la situación 1, momento 3, los niños debaten sobre cambio químico y cambio físico. Conceptos que de alguna manera les son conocidos pues los estudiaron en cuarto grado.

2) ESCUELA "A", MAESTRA "b", GRADO 4º., GRUPO 2

ANTECEDENTES: En una clase anterior a ésta la maestra inicia el tema con una actividad experimental. Para principiar la actividad la maestra plantea una pregunta: "¿qué les pasa a las cosas con el calor ? y da indicaciones muy generales sobre lo que se tiene que hacer: Colocar diferentes objetos al fuego y ver lo que sucede. Las acciones específicas que los alumnos realizan se deciden en cada uno de los equipos.

La maestra solicita a los alumnos que elaboren un escrito donde respondan a las siguientes preguntas: ¿qué va a pasar? ¿qué está pasando?.

Los niños trabajan en equipos, colocan diferentes materiales sobre el fuego, por separado o mezclados de muy diversas maneras. Alguno de los

materiales utilizados son: plastilina, tinta, azúcar, café, harina, plástico, papel, etc.

CLASE: En la clase siguiente a la sesión de laboratorio, se discute sobre lo ocurrido en éste. En términos generales la clase se puede dividir en dos situaciones:

SITUACION 1:

La maestra solicita a los alumnos que expresen lo que sucedió en la sesión de laboratorio. Los niños explican muy descriptivamente lo que hicieron y observaron. Durante algunos minutos los niños hablan sin que la maestra oriente la discusión. Ella interviene poco y cuando lo hace es para dar la palabra, preguntar a los alumnos sobre lo que han dicho para que den mas información o aclaren las ideas expresadas, o bien, para solicitar a los niños que especifiquen si el material fue colocado directa o indirectamente (mediante un tubo de ensaye) sobre el fuego. Esta petición tiene que ver con la organización y clasificación que, de los hechos descritos por los alumnos, quiere introducir la maestra. La estrategia que ella utiliza para introducir esta clasificación, consiste en dividir el pizarrón en dos y escribir en un lado palabras o frases que los alumnos expresan sobre los materiales colocados directamente al fuego y en el otro aquello que se refiere a los materiales colocados indirectamente.

Los alumnos que intervienen se dirigen por lo general a la maestra, pocas veces durante esta situación se sostiene un diálogo entre alumnos frente al grupo. Sin embargo, los niños comentan frecuentemente entre ellos, ya sea por parejas o en pequeños grupos.

SITUACION 2.

Esta situación es similar a la anterior, los alumnos y la maestra dialogan sobre lo ocurrido en el laboratorio. Sin embargo, difiere en el tipo de intervenciones de la maestra. Ella no se limita a organizar y promover la discusión sino que con sus intervenciones orales, sus acciones y actitudes orienta la discusión en cierta dirección.

La clase tiene una duración de 30 minutos.

3) ESCUELA "A", MAESTRA "b", GRADO 5º., GRUPO 3

ANTECEDENTES: En este grupo la maestra había iniciado el tema dos o tres clases antes de la clase observada. Esta sería la última clase, con ella pretendía concluir el tema. Según comentarios de la maestra las actividades se habían iniciado con la pregunta: ¿De qué están hechas las cosas?. Los alumnos habían expresado sus ideas al respecto y habían investigado sobre lo que es una molécula. Los alumnos elaboraron un modelo de la molécula de agua con bolas de unicel de diferentes tamaños y habían representado con éstos los tres estados físicos del agua.

La clase anterior a la observada acudieron al laboratorio para observar los cambios de estado físico del agua. La actividad se organizó en dos etapas: Primero la maestra colocó un refractario (como los que se usan para hornear) sobre un parrilla eléctrica y los alumnos observaron lo que ocurría. Después los alumnos en equipo calentaron agua en un tubo de ensaye.

La maestra antes de que se iniciaran las actividades en el laboratorio solicitó a los alumnos que elaboraran un escrito donde respondieran a las siguientes preguntas: ¿qué va a pasar? ¿qué está pasando?.

CLASE OBSERVADA: La clase siguiente a la sesión de laboratorio se discutió sobre lo ocurrido en éste:

La maestra reparte a los alumnos los escritos que elaboraron durante la sesión en el laboratorio y les pide que expliquen lo que sucedió durante la actividad experimental. Durante dos o tres minutos los niños hablan al respecto sin que la maestra oriente la discusión. El resto de la clase se caracteriza, en términos muy generales, por el diálogo entre maestra y alumnos donde la maestra mediante preguntas, gestos, actitudes, expresiones etc. dirige la discusión en determinada dirección. Sin embargo, a lo largo de esta dinámica, se intercalan diálogos entre alumnos donde se abordan puntos distintos a los sostenidos en los diálogos maestra-alumnos y en ocasiones estos puntos son retomados por la maestra.

4) ESCUELA "C", MAESTRO "e", GRADO 4º., GRUPO 4

ANTECEDENTES: El maestro, días antes a la clase observada, dejó de tarea a sus alumnos que resolvieran las siguientes preguntas: ¿qué se produce cuando hay fuego ?, ¿qué necesitamos para hacer fuego?.

CLASE OBSERVADA: La clase es la primera sobre el tema y se organiza en torno al debate de las respuestas que los alumnos traen sobre las preguntas que se habían dejado de tarea.

El maestro conduce la discusión y mediante diferentes acciones e intervenciones plantea como eje de ésta el problema de diferenciar el vapor del humo. Buena parte de la clase gira alrededor de este debate. Sin embargo, los alumnos llevan a la discusión varios puntos, por ejemplo, ¿por qué hay materiales que se queman más rápido que otros?, ¿por qué se forma una capita de cera cuando un cerillo encendido se mete en un vaso con agua?, etc. Estos puntos son retomados por el maestro quien los devuelve al grupo para su discusión.

A lo largo de la clase se mantiene constante la participación de los alumnos, muchos quieren hablar, se interrumpen unos a otros, comentan mucho entre ellos. Sin embargo, no se puede decir que todos participen al mismo nivel, pude observar diferentes grupos: Un grupo de niños interactúa constantemente con el maestro y entre ellos involucrándose en la discusión. Otro grupo interviene sólo en ciertos momentos pero parece que siguen la discusión. Un tercer grupo interviene en determinadas ocasiones pero el resto del tiempo está en otra cosa, su movilidad es grande, van de un lugar a otro, interactúan con otros compañeros constantemente. Un cuarto grupo no interviene en la discusión, algunos de vez en cuando escuchan, pero permanecen en sus lugares hablando entre ellos o haciendo otras cosas.

El maestro por lo general promueve la participación de los alumnos, coordina la discusión, intenta mantener el orden y retoma constantemente las explicaciones de los alumnos. En ocasiones tiene intervenciones que intentan llevar la discusión en cierta dirección. Escribe en el pizarrón sólo ciertas frases o palabras de lo dicho por los niños: aquellas que parecen coincidir con las ideas que pretende resaltar. por ejemplo, sólo escribe "bióxido de carbono" cuando los alumnos han dicho muchas otras cosas sobre lo que piensan que es el humo.

5) ESCUELA "D", MAESTRA "f", GRADO 4º., GRUPO 5.

ANTECEDENTES: La clase observada es un repaso del tema: Cambios físicos y químicos. La maestra había tratado ya el tema meses antes con sus alumnos.

CLASE OBSERVADA: En términos generales en la dinámica de la clase se pueden observar dos situaciones.

SITUACION 1:

La maestra presenta al grupo varios hechos que se pueden considerar como cambios físicos: muestra una hoja de papel y luego la rompe, enseña a los alumnos una liga la estira y luego la corta en pedacitos. Mientras realiza las acciones hace preguntas a los alumnos cuya respuesta implica que el material continúa siendo el mismo, por ejemplo: "Este papel (muestra un pedazo de papel) sigue siendo papel nada mas que yo lo partí fue un cambio físico porque sigue siendo...." (deja incompleta la frase para que los alumnos la completen). Después describe a los alumnos diferentes situaciones que podrían implicar un cambio físico (moler maíz, mezclarlo con azúcar y canela, mezclar arroz y frijoles) y les pregunta de que tipo de cambio se trata. Cuando los alumnos se equivocan les da pistas mediante sus actitudes o sus intervenciones para que expresen la respuesta correcta. Repite un procedimiento similar para el caso de cambios químicos. Las acciones que realiza son: quemar frente a los alumnos una hoja de papel y quemar dentro de un pequeño recipiente pedacitos de liga.

Los alumnos en su mayoría estén callados, intervienen para responder a la maestra, a veces a coro y otras veces uno a la vez. Los comentarios entre ellos son pocos. Sólo cuando la maestra quema los pedazos de liga frente al grupo, en un pequeño recipiente sobre el suelo, los alumnos se levantan de sus asientos y se acercan a mirar el suceso. El resto del tiempo permanecen sentados en sus lugares.

SITUACIÓN DOS.

La maestra pide a los alumnos que abran su libro de ciencias naturales en la Pág. 88 (lección: Cambios físicos y químicos), y lean todos juntos. Después les plantea las preguntas que vienen en las dos primeras páginas de la lección. Se sigue la misma dinámica que en la situación anterior. la maestra pregunta, los alumnos responden, si ella considera que están equivocados, mediante actitudes, intervenciones o gestos, les da "pistas" para que modifiquen su respuesta. Sigue un procedimiento similar para el resto de la lección.

La maestra intercala las dos situaciones a lo largo de la clase, es decir, combina la lectura del libro y la resolución de las preguntas que en él se plantean con la presentación de hechos que los alumnos deben señalar como físicos o químicos.

La clase tiene una duración de 37 minutos.

[1] Para obtener información sobre el proyecto se puede consultar: Candela, León y Venegas, 1985; León y Venegas, 1986, 1989 y 1990

[2] En 1992 elaboramos la Guía para el profesor de Educación Ambiental distribuida por la SEP a todos los profesores de primaria. La propuesta metodológica que se propone en esta guía es uno de los productos del trabajo descrito. Otros escritos que pueden consultarse son: León y Venegas, 1988, 1989^a y 1989^b.

IV. Evaporación-Combustión: ¿dos fenómenos similares?

En los libros de texto de primaria[1] los fenómenos de evaporación y combustión se presentan como dos fenómenos diferentes, como seguramente resulta evidente para un científico, un profesor de Ciencias Naturales o el lector de esta tesis. Sin embargo, estos dos fenómenos no son necesariamente diferentes para los alumnos de educación primaria como intentaré mostrar en este capítulo.

En el capítulo VI se analiza con todo detalle la perspectiva desde la cual se estudian estos fenómenos en los libros de texto oficiales y las significaciones que ambos términos adquieren en el discurso escolar. Aquí sólo señalaré algunos datos que son necesarios para el análisis, que se presenta en este capítulo, de las expresiones orales y escritas que ocurrieron en las clases de Ciencia Naturales observadas.

El fenómeno de evaporación del agua se trata desde el primer grado y a lo largo de los seis grados de la primaria. En los textos se manejan tres ideas principales: a) El agua puede estar en tres estados físicos: sólido (Hielo), líquido (agua) y gaseoso (vapor); b) el agua puede cambiar de un estado físico a otro y regresar al estado inicial (reversibilidad); y c) los cambios de estado son cambios físicos. El sentido que adquiere la palabra evaporación en los libros de texto está atravesada por la idea de que existe

una "identidad sustancial" entre el agua líquida y el vapor, ambos son agua, las diferencias en su aspecto físico se debe a que el agua está en dos estados físicos distintos. líquido y gaseoso. La evaporación es la transformación del estado líquido al gaseoso.

La combustión se estudia por primera vez en cuarto grado dentro de la lección: "Cambios físicos y Químicos". La distinción entre ambos tipos de cambio se basa en la existencia o no de una "identidad sustancial". Así la evaporación se presenta como un cambio físico y la combustión como cambio químico pues aquello que se quema se transforma en entidades distintas a las originales (luz, calor y humo). En quinto grado la combustión se asocia al consumo de ciertas entidades (combustibles y oxígeno) y a la producción de otras (luz, calor, agua, bióxido de carbono).

De lo anterior se puede deducir que en los libros de texto los fenómenos de evaporación y combustión son fenómenos diferentes, no presentan puntos de contacto, por el contrario, son los aspectos que distinguen a ambos fenómenos los que se evidencian y se utilizan en los textos para describirlos.

El análisis que se realizó sobre las expresiones de los alumnos, que se presenta a continuación, nos muestra que para ellos la evaporación y la combustión no son necesariamente fenómenos diferentes:

1. HUMO-VAPOR: ¿alguna diferencia?.

Los niños de tres grupos[2] , en momentos distintos y por razones diferentes han calentado agua en tubos de ensaye o en otro tipo de recipientes. En dos de los tres grupos además de calentar agua han puesto al fuego diversos materiales en el grupo 2 y cartón en el grupo 1. En los tres casos, después de la sesión de laboratorio las maestras hablan con sus alumnos sobre lo que sucedió en ésta.

Las expresiones de los alumnos[3] , grabadas, transcritas y finalmente fijadas dentro de la estructura de mis registros de clase, pueden una y otra vez ser leídas y re-leídas por mí y pueden una y otra vez mostrarme (si me permito verlo) que el vapor no es necesariamente agua en estado gaseoso y el humo no es obligatoriamente diferente del vapor:

*" parte del agua se hizo humo y parte se evaporaba"**

*"cuando el agua está caliente le empieza a salir humo"**

*"se calienta tanto que se va en forma de humo o sea ya se convierte en humo no en agua"**

*"Le está empezando a salir mucho vapor...se ve como suben más rápido las burbujas, ya que se acaba el agua después de un rato sigue saliendo muy poco humo" ***

Y señalo: "si me permito verlo", porque estos hechos podrían interpretarse desde otra perspectiva: Los niños utilizan una palabra por otra: no es humo sino vapor. Bien porque la desconocen o porque no saben emplearla adecuadamente.

Pero podría ser que mediante esta palabra el niño que la pronuncie esté diciendo algo que no sabe que dice[4] , esté manifestando un sentido distinto del que tendría para mí o para cualquier otro sujeto, por ejemplo el maestro, que escucha desde el discurso escolar, o desde el lugar de la ciencia. Sentido que pretendo rastrear a través de las expresiones de los niños, en el contexto en el que éstas se producen.

Los datos

El análisis que presento en este capítulo se realiza sobre aquellas expresiones orales y escritas de los alumnos que se producen específicamente en las dos siguientes situaciones:

a) En los grupos 1, 2 y 3 los alumnos realizaron una actividad experimental. El objetivo de ésta difería para cada uno de los grupos: En el grupo 2 se trataba de investigar qué les pasa a las cosas con el calor; en el grupo 3 los niños observarían lo que sucede con el agua al calentarla; y en el grupo 1 observarían si el papel (o cartón) disminuyen de peso al quemarlo o si el agua se "consume" al colocarla sobre el fuego.

La maestra antes de la sesión de laboratorio, pide a los alumnos que elaboren un escrito con base en las preguntas: ¿qué piensas que va a pasar? ¿qué pasó? ¿pasó lo que creías?[5] Los niños individualmente responden a la primera pregunta, antes de iniciar la experimentación, y a las dos últimas durante o después de ésta. Esta actividad recae fundamentalmente en los alumnos, las maestras no intervienen directamente en su realización. De tal manera que se podría decir que no tuvieron influencia directa sobre las expresiones escritas de los alumnos.

b) Los alumnos expresan sus puntos de vista sobre lo ocurrido en el laboratorio (en el caso de los grupos 1, 2 y 3) o sobre las preguntas que se

dejaron a investigar[6] (en el caso del grupo 4) antes de que el maestro intervenga para orientar la discusión hacia determinada dirección. De manera que la influencia directa que los maestros tienen sobre las expresiones de los alumnos es cualitativamente distinta a la que se puede observar en situaciones donde su intervención es más evidente y que analizaremos más adelante.

En estos momentos de la clase, los maestros intervienen muy pocas veces, y cuando lo hacen sus expresiones son, en la mayoría de los casos, para coordinar la discusión (dar la palabra, pedir silencio, etc.) o para que el alumno se explique con más detalle.

Este hecho provoca que los alumnos se expresen sin haber escuchado la posición de los maestros con respecto al punto de discusión, es decir, los maestros no han dado aún las pautas que señalen el camino hacia el cual pueden dirigirse las palabras de los alumnos, pautas que, como veremos en el capítulo VI, orientan la discusión hacia determinadas formas de ver lo ocurrido en el laboratorio o de explicarse los fenómenos sobre los que se está discutiendo.

De esta manera, los alumnos tienen que construir sus explicaciones a partir de su propia perspectiva. Las expresiones de los niños que se producen en esas condiciones son cualitativamente distintas de aquellas que escuché en situaciones donde la opinión del maestro ya se había expresado o se expresaba en ese momento[7] .

Interpretación de los datos.

Al analizar los escritos de los niños y las expresiones orales que ocurren durante las situaciones descritas encuentro que varios niños en su explicación del fenómeno de calentamiento del agua utilizan dentro de la misma expresión las palabras humo y vapor:

*" Está burbujeando, está saliendo vapor...el agua está saltando...sale humo en forma de círculos"****

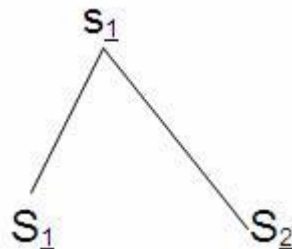
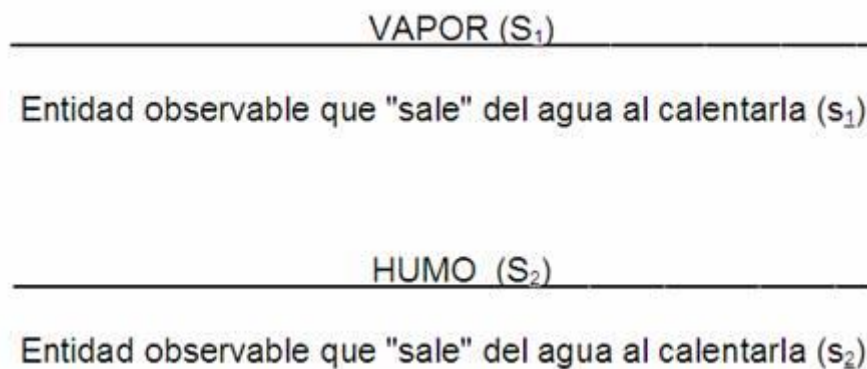
*" Están saliendo pequeñas burbujas, también humo. Se está evaporando el agua que adentro de las burbujas al (hay?) aire caliente y al reventarse sale el vapor. El agua sale del tubo y salían círculos de humo" ***

*"Le está empezando a salir mucho vapor...se ve como suben más rápido las burbujas, ya que se acaba el agua después de un rato sigue saliendo muy poco humo" ***

*"...salen burbujas mas grandes y sale vapor...se evaporó el agua y brincaba, de pronto se fue acabando el agua...ya salió humo, las burbujas se están juntando, ya salió humo, se consume el agua"****

*"también cuando hierve el agua y la ponen en una cosa fría sale vapor y también humo"**

En las expresiones anteriores, las palabras humo y vapor (precedidas siempre por la palabra salir o derivados de ésta), son utilizadas por los niños para nombrar la entidad que observan "sale" cuando el agua se calienta. Podría decir que dentro de estas expresiones humo y vapor son equivalentes en tanto se relacionan con la misma idea, es decir, los niños utilizan dos significantes[8] distintos asociados al mismo significado.



En la misma expresión los niños emplean los dos significantes para nombrar a la entidad que observan "sale" cuando el agua se calienta. El empleo que los alumnos hacen de ellos les da un sentido diferente del significado que estas palabras adquieren en tanto signos (en el sentido que este término tiene para Benveniste).

Para los fines del análisis que se presenta en este capítulo, tomaré como el sentido semiótico de los signos humo y vapor y de otros que se analizarán mas adelante (evaporar, quemar, estado físico de la materia, etc.), aquellas significaciones que éstos adquieren en los libros de texto de ciencias naturales, vigentes de 1972 hasta los años noventa (ver nota al pie no. 1 pág. 51), para la educación primaria. Considero estas significaciones como

provenientes del lugar del código, del referente simbólico, lugar donde se encuentran fijados los diversos empleos de los significantes. Esto dado el nivel de legitimidad social que dichas significaciones poseen por estar contenidas en estos documentos. Es necesario aclarar que los sentidos que los signos vapor, humo, evaporar, quemar etc. adquieren en los libros de texto pueden diferir en mayor o menor medida de los significados que dichos signos tienen en el discurso científico.

Humo y vapor en los libros de textos de ciencias naturales son significantes asociados a dos diferentes significados (esto se analiza con detalle en la primera parte del capítulo VI), significados que difieren del significado que en las expresiones analizadas los niños asocian a las mismas palabras.

En términos generales, en los libros de texto, el significante "vapor" se asocia a la idea de agua en estado gaseoso mientras que "humo" se asocia a las entidades que se producen durante la transformación de un material cuando se quema. El "vapor" se relaciona con el fenómeno de evaporación y el "humo" con el de combustión.

En las expresiones de los alumnos analizadas, "humo" y "vapor" se refieren al mismo fenómeno: el calentamiento del agua. Ambos son utilizados por los niños para nombrar la entidad que "sale" del agua cuando se calienta. La significación que estos términos adquieren en las expresiones de los alumnos difiere de aquellas que en tanto signo (como unidad semiótica) poseen. En particular, difieren de las significaciones que en los libros de texto o en el discurso científico se asocian a estas palabras.

En adelante llamaré "signo subjetivo" a aquellos signos (o palabras de acuerdo con la distinción que hace Benveniste) cuya significación proviene de la subjetividad[9] del alumno cuando este presentifica su pensamiento en el momento que habla.

Otro grupo de alumnos emplea sólo la palabra humo para explicar lo que sucede cuando el agua se calienta:

*"el agua se va a evaporar y va a salir humo" ***

*"Se está evaporando y se llena de burbujas alrededor de la charola empezó a salir humo" ***

*"El agua está hirviendo y sacando humo" ***

*"Cuando el agua está caliente le empieza a salir humo" **

En estos casos de nuevo encontramos que la palabra HUMO parece designar a la entidad que "sale" del agua cuando esta hierve, está caliente o se evapora.

En otras expresiones de los niños es la palabra vapor la que designa esta entidad que "sale" del agua al calentarla:

- "Cuando el agua se calienta se van a ver burbujas y va a salir vapor" ***
- "...rápidamente salen burbujas muy grandes y sale vapor" ***
- "le está empezando a salir mucho vapor" ***
- "Se va a calentar el agua y va a salir mucho vapor" **
- "...se empañó el refractario y empezó a salir vapor" **
- "...empezaron a subir las burbujitas a la superficie y empezó a salir vapor" **

Si comparamos estas expresiones con las que utilizan la palabra HUMO encontramos que ambos significantes: vapor y humo, parecen asociarse al mismo significado: entidad observable que "sale" del agua cuando se calienta.

La palabra HUMO es también empleada por los niños en sus expresiones sobre lo que ocurre con otros materiales cuando se queman, veamos algunos ejemplos:

- " Se quedó pegado (polvo de hornear) y salió humo" ***
- " Se empieza a poner negra (la harina) y desaparece, va bajando poco a poco aparte de que sale humo" ***
- " pusimos goma y empezó a salir como un líquido...y empezó a salir humo y se empezó a deshacer"(la goma) **
- "Luego pusimos café y pensamos que se iba a hacer café líquido y empezó a salir humo por todas partes"**

Independientemente de la explicación de los niños sobre el fenómeno de combustión (que se analiza más adelante), la palabra HUMO en estas expresiones se emplea para nombrar la entidad que los niños ven aparecer cuando colocan sobre el fuego algún material. De nuevo dicha palabra está precedida por la palabra "salir" (o un derivado de ésta), es decir, los niños expresan que "sale" humo, de forma análoga a como "sale" vapor o humo cuando el agua se calienta.

Parecería que existen los elementos suficientes para poder decir que HUMO y VAPOR son para los niños dos significantes asociados al mismo significado,

es decir, que no existe conceptualmente ninguna diferencia entre ambos signos.

Si esto es así, si para los niños es indistinto utilizar uno u otro significante, deberíamos encontrar expresiones donde los niños explicaran los fenómenos de evaporación y combustión empleando cualquiera de las dos palabras. Hemos visto casi todos los casos: expresiones sobre el calentamiento del agua que contienen la palabra VAPOR, HUMO o ambas; expresiones sobre la combustión de algún material donde los niños usan la palabra HUMO. Sólo faltarían aquellas que se refieren a la combustión y que contengan la palabra VAPOR. Este tipo de expresiones no ocurrieron durante las clases que sirven de material para el análisis que aquí se presenta.

Hay dos interpretaciones de éste hecho:

- a) Los signos VAPOR y HUMO son conceptualmente equivalentes, es decir, los significantes VAPOR y HUMO están asociados a las mismas significaciones. El hecho de que los niños no utilicen la palabra VAPOR para explicar fenómenos de combustión durante las clases observadas, no son datos suficientes para poder afirmar que los niños no emplean este tipo de expresiones en otros momentos. Es necesario entonces obtener más información al respecto.
- b) Es posible que la palabra HUMO sea el significante que "originariamente" el niño asocia al significado: entidad que aparece cuando algo se pone al fuego, y la palabra VAPOR aparezca después (muy posiblemente debido a la enseñanza escolar), y sustituya a HUMO pero en un campo más restringido. De esta manera el VAPOR sería aquella entidad que se observa "salir" del agua cuando se calienta.

Así estaríamos en presencia de dos significantes asociados a dos significados distintos:

HUMO (S₁)

Entidad observable que "sale" cuando algo se pone al fuego (s₁)

VAPOR (S₂)

Entidad observable que "sale" del agua cuando se pone al fuego (s₂)

PERO, ¿ Cómo explicar entonces las expresiones que los alumnos utilizan para explicar lo que sucede cuando el agua se calienta y que contienen la palabra "humo" o ambas palabras?

El problema podría resolverse planteando la siguiente hipótesis: No se trata de dos signos distintos sino de una sustitución metafórica:

Si se analiza el significado que en los libros de texto[10] se asocia a la palabra VAPOR, en los años previos al cuarto y quinto grado de primaria, grados al que pertenecen los grupos de alumnos observados, se encuentra que:

VAPOR (S₂)

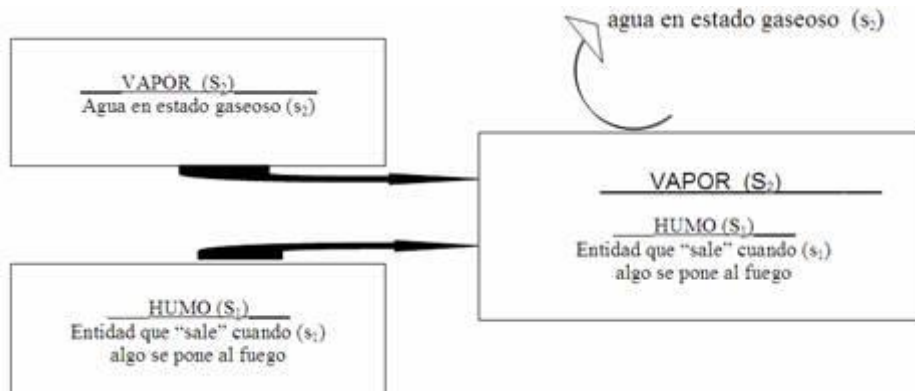
Agua en estado gaseoso (s₂)

Y si como hemos visto anteriormente los niños asocian:

HUMO (S₁)

Entidad que sale cuando algo se pone al fuego (s₁)

El proceso metafórico[11] sería el siguiente:



De esta manera el significado (s2) que en el discurso escolar se asocia a la palabra VAPOR (S2) sería expulsado y ese significante (S2) se asociaría al signo S1/s1.

El significante HUMO (S1) es "sustituido" al ser enunciado por la palabra VAPOR (S2), sin embargo, es él, en tanto signo, el que da significado a dicha palabra. En la metáfora, "la sustitución de S1 por S2 hace pasar S1/s1 bajo la barra de significación. Parecería que el signo S1/s1 se convierte en el nuevo significado de S2. De hecho, la significación que resulta de la asociación originaria de S1 con s1 es la que actúa como significado al final de la construcción metafórica. Por el contrario el significado s2 se encuentra expulsado. Hay que realizar una operación mental para volverlo a encontrar" (Dor, 1986: 55) .

El niño, mediante este proceso metafórico, deja de enunciar la palabra HUMO (para el caso del calentamiento del agua) pero el sentido de ésta se expresa de manera "oculta" a través del signo VAPOR. Este sustituye a "HUMO" pero soporta las significaciones que los alumnos asocian a esta palabra. "Vapor" es entonces un "signo subjetivo", en tanto su significación proviene de la subjetividad de los niños y difiere de aquella que se le asocia en el lugar del código.

Es interesante señalar aquí que Piaget en sus estudios sobre el pensamiento del niño (Piaget, 1933: 254-261), encuentra que los chicos (entre 6 y 10 años aprox.) explican que las nubes se forman de HUMO, por ejemplo, cita a ZUL, un niño de 10 años:

ZUL. "*¿qué son las nubes? -Es el humo que se pierde en el aire; después de esto vienen (se forman) las nubes. Cuando llueve se hacen muy negras, cuando llueve mucho se hacen muy blancas, después algunas veces , rojas. -¿De qué son? -De humo*"

Piaget manifiesta que las mejores lecciones acerca de las nubes corren el riesgo de ser deformadas por los alumnos y asimiladas a las ideas del niño sobre el origen de éstas. Veamos alguno de los casos que cita:

Cen (8 años y medio). *"-¿Tú sabes de donde vienen las nubes? -Es el vapor. -¿qué es el vapor? -Es como el humo. -¿De dónde sale el vapor? -Del agua, cuando cuece y cuando va a cocer. -¿De dónde viene el vapor de las nubes? -Cuando se cuece la sopa. -¿ Se hacen nubes cuando cuece la sopa? -El vapor sale fuera y toma agua con él."*

Piaget explica que *"...un gran número de alumnos que sabiendo que las nubes se forman de "vapor" y que éste es el producto de la calefacción o de la ebullición del agua ...deducían de esto que todas las nubes salían de las marmitas. O, de otro modo dicho, estos niños han conservado su explicación espontánea , pero a la noción de "humo" han sustituido la de "vapor" .*

De esta manera las nubes estarían formadas de vapor, palabra (en el sentido de Benveniste) cuyo sentido no tiene que ver con la transformación de líquido a gas sino con aquella entidad que "sale" cuando algo se coloca en el fuego.

En resumen: Una interpretación de los datos analizados es que los signos lingüísticos HUMO y VAPOR expresados por los alumnos dentro de sus explicaciones sobre los fenómenos que observaron durante la sesión de laboratorio, son signos "subjetivos", en tanto son diferentes a aquellos que constituidos por la misma "imagen acústica" tienen un sentido distinto al ser asociados a otros significados, asociación si bien arbitraria, aceptada por una comunidad lingüística dada. En particular son distintos a los signos HUMO y VAPOR manejados en los libros de texto (como analizaré con mas detalle en el capítulo VI).

Por otra parte, se puede decir que HUMO y VAPOR son signos conceptualmente equivalentes, en la medida que se asocian, directamente o uno a través del otro, con el mismo significado, ambos nombran a la entidad que observan "sale" del material que se coloca sobre el fuego:

HUMO (S₁)
Entidad que "sale" cuando (s₁)
algo se pone al fuego

VAPOR (S₂)
HUMO (S₁)
Entidad que "sale" cuando (s₁)
algo se pone al fuego

Es posible que el proceso metafórico descrito, que se realiza cuando los niños explican lo que sucede con el agua al calentarla, se origine ante la "coerción" que el alumno percibe en el medio escolar cuando expresa la palabra "HUMO" en los casos de evaporación. Así el significante "HUMO" sería reprimido y por lo tanto no utilizado en las expresiones que se refieren a esos casos. Algunos datos me permiten señalar lo anterior a título de hipótesis. Por ejemplo: [12]

En un grupo de cuarto grado (grupo 2) la maestra en diferentes momentos, de manera sutil, expresa su desacuerdo cuando los niños mencionan la palabra humo para los casos de evaporación, veamos dos situaciones:

a) Después de que los alumnos han expresado lo que hicieron y observaron en el laboratorio la maestra interviene:

" Bien, (tono de ruptura), vamos a ver de todos estos ejemplos que me dieron, fíjense bien , tenemos con que...tenemos burbujas, tenemos vapor, ¿si? , vamos a ver esas palabras, burbujas, vapor (una alumna repite al mismo tiempo que la maestra: vapor),tenemos líquido, tenemos agua (algunos Aos. dicen: humo) estamos hablando...¿humo?, ¿si? (algunos alumnos dicen: si), tenemos humo también, estamos hablando de algo que pusieron líquido en el tubo de ensayo, ¿verdad?. bien, tenemos duro, tenemos agua, son las palabras que salen mucho, miren aquí tenemos agua (señala y subraya las palabras que menciona en el pizarrón), agua, vapor, burbujas, líquido. Bien, (tono de ruptura) qué relación va a tener eso con el experimento que hicieron con las cosas líquidas, ¿quién me puede decir?."

La maestra en esta intervención muestra su desacuerdo ante la expresión de la palabra "HUMO", en ese momento y contexto, de dos formas: Al

preguntar "¿humo? ¿sí?", inmediatamente después de que un alumno menciona la palabra; y al omitir esta palabra cuando vuelve a señalar las palabras que, según ella, aparecen más frecuentemente. Con esta forma de proceder la maestra manifiesta que la palabra "humo" no tiene que ver con las palabras que ella selecciona: burbujas, vapor, líquido, agua (palabras cuya relación la maestra vincula con el fenómeno de evaporación).

En esa misma clase, se dan los siguientes diálogos:

Ma.: *Ella dice que causa...que el calor le causa eso al agua (Aa.: aja) ¿sí? que le causa eso al agua, o sea que le causa ¿qué? ¿burbujas?...si*

Algunos alumnos dicen: *vapor*

Ma.: *vapor, (la maestra escribe en el pizarrón)*

Ao.: *burbujas*

Aa.: *porque ya empezaba a hervir y se salió*

Ma.: *Burbujas (escribe en el pizarrón)*

Aa.: *humo*

Ma.: *¿humo? ¿sí?*

Ao.: *no*

Ma.: *¿causa humo?*

Varios alumnos al mismo tiempo dicen: *no*

Ao.: *Ya, ya está acá abajo (se refiere a que ya está anotado en el pizarrón)*

Varios niños dicen: *vapor, vapor*

En ese momento de la clase se está hablando sobre lo que ocurre con el agua cuando se calienta. La maestra en cuanto se menciona la palabra "HUMO" manifiesta su desacuerdo al cuestionar mediante preguntas lo dicho por la niña.

En otros casos son los mismos alumnos los que ejercen la "coerción". En un grupo de quinto grado (grupo 3), los alumnos describen lo que observaron cuando calentaron agua en el laboratorio. Un niño toma la palabra y expresa:

Ao.: *"lo primero es que salía poco humo y luego salían burbujas pequeñas y luego grandes, se estaba saliendo el agua con mucho humo y luego..."*

Varios alumnos lo interrumpen con exclamaciones de desaprobación. Algunos comentarios que se rescatan del murmullo son:

Ao1: *"¿ humo ? (con incredulidad)*

Ao2: *"se llama vapor"*

Ao3: *"¿humo? ¿humo?"*

En esta ocasión son los mismos alumnos los que cuestionan el empleo de la palabra "HUMO".

Es interesante señalar que en los tres casos citados, se manifiesta un desacuerdo ante la expresión de la palabra "HUMO", sin embargo ahí, no se dan elementos de análisis que permitan a aquel que la pronunció, establecer las diferencias que podrían existir entre el humo y el vapor.

Son estos hechos los que me permiten sostener la interpretación de que el significante "HUMO" es reprimido y mediante un proceso metafórico sustituido por el significante "VAPOR". Palabra que soporta no lo que parece enunciar en tanto signo, sino aquello que está asociado al significante reprimido. "VAPOR" y "HUMO" en las expresiones de los alumnos analizadas, serían entonces dos palabras que soportan las mismas significaciones.

2. Moléculas: Entidades contenidas en...

Los niños describen lo que pasó en el laboratorio, en sus intervenciones aparecen palabras que provenientes del discurso científico adquieren en sus expresiones un sentido distinto. Los niños sin proponérselo crean nuevos sentidos, explicaciones sugerentes, que en la mayoría de los casos, pasan inadvertidas para maestros y alumnos.

En uno de los grupos de quinto grado (grupo 1), los niños habían discutido en clases anteriores sobre la pregunta: ¿De qué están hechas las cosas? y en sus discusiones habían hecho intervenir la palabra MOLECULA, incluso habían realizado una investigación bibliográfica donde una de las preguntas a responder era: ¿qué es una molécula?. Esta palabra es empleada dentro de sus explicaciones escritas sobre lo que sucede cuando se calienta agua o se quema un pedazo de papel:

"...las moléculas se fueron con el humo"

"...las moléculas se fueron volando y disminuyó el peso del papel"

" las moléculas salieron cuando el papel se quemó y pesa menos"

"...se van a quedar las moléculas en el papel y otras en el humo"

"...las moléculas se iban a ir volando junto con el humo, porque al quemarse el papel las moléculas se separan de él"

"yo pensaba que se iban a quedar en el agua y no pasó eso, se fueron con el humo al aire"

"se van las moléculas en el vapor"

"...cuando calentamos el agua parte de las moléculas se van a ir en el vapor y el agua que sobre va a tener otra parte de moléculas"

"cuando se quemó el papel pesó menos porque se desaparecieron las moléculas"

"al calentar el agua dentro del tubo de ensaye las moléculas van a desaparecer por la evaporación"

Las moléculas en estas expresiones parecen ser entidades que están contenidas en el papel y en el agua, cuando éstos se queman o calientan dichas entidades se van, todas o parte de ellas, con el humo o vapor (y el resto permanecería en el agua o en el papel); simplemente se van, o desaparecen.

Cuando se dice *"se van las moléculas en el vapor"* o *"...el agua que sobre va a tener otra parte de moléculas"* ,se establece que el agua y las moléculas o el vapor y las moléculas, son dos entidades distintas: las moléculas no constituyen al agua o al vapor sino que están, en un momento dado, contenidas en ellos.

Los niños emplean el significante "MOLECULA" pero lo asocian a un significado distinto a aquel que se establece en los libros de texto.

En el los libros de texto[13] :

MOLECULAS (S₁)
Pequeñas partículas que forman las cosas (s₁)

En las expresiones de los alumnos:

MOLECULAS (S₁)
Entidades contenidas en... (s₂)

Estamos de nuevo en presencia de un signo "subjetivo", en tanto la relación S1/s2 proviene de la subjetividad del alumno.

3. Evaporar: ¿palabra con múltiples significados ?

Muchos niños expresan que el agua se evapora[14] , sin embargo, el sentido que la palabra evaporación adquiere en las expresiones de los niños difiere de unas expresiones a otras:

*"el agua se va a evaporar y va a salir humo"****

*"están saliendo pequeñas burbujas, también humo. Se está evaporando el agua..."***

*"...están saliendo burbujitas y se aumentan en número, sale vapor, las burbujas se hacen grandes, se está evaporando rápido y se disminuyó el agua"****

*"yo creo que con el calor de la parrilla el agua se va a evaporar...el agua está formando burbujas, el envase se está cubriendo de vapor. El agua está hirviendo y sacando humo."***

*"el agua se calienta y como son 1 de oxígeno y 2 de nitrógeno se forma el agua y separadas están pero poquito y se evapora y cuando está evaporada se dispersan las moléculas y es cuando nace el vapor"****

*" va a evaporizarse el agua y se convertir en aire caliente"****

*" se está evaporando y se llena de burbujas alrededor de la charola. Empezó a salir humo y con mas agua se evaporó el agua en forma gaseosa"****

*"de lo caliente se empieza a evaporar, se empieza a hacer vapor"**

*"el agua se evaporó, porque al hervir las moléculas se queman y se esparcen"****

*"yo pienso que al calentar el agua dentro del tubo de ensaye las moléculas van a desaparecer por la evaporación"****

*"...empieza a hervir el agua a borbotones y se evapora, cada vez es menos y casi se sale el agua del tubo. Se evapora toda se acabó"****

*"...mas poca agua se calentaba mas y el agua como...como era un tubo grande iba volviendo y se iba consumiendo al agua hasta que ya después de un rato se acabó"**

Presento esta lista de expresiones de los alumnos, que de ninguna manera es exhaustiva, para mostrar la diversidad de explicaciones de los niños y la variedad de significados que la palabra evaporación puede adquirir en sus distintas expresiones. Así, evaporar es que el agua se consuma; que salga vapor o humo; que el agua se acabe; que el agua se convierta en vapor, en humo o en aire; que las moléculas desaparezcan; que el agua se quemé o se separe en oxígeno y nitrógeno; que el agua.....

El significante "EVAPORAR" (o derivados de él) adquiere en cada una de las expresiones un sentido específico. Es su relación con las demás palabras que constituyen cada expresión la que me permite encontrar el sentido que ésta adquiere en cada una de ellas. De esta manera, la palabra "EVAPORAR" condensa diferentes significaciones:

a) Evaporar: ¿ emanación de vapor?

Si bien la palabra evaporar se asocia a diversos significados, encontré que la casi totalidad de los alumnos de un grupo: (grupo 3) y la tercera parte de otro (grupo1), en sus expresiones escritas sobre lo ocurrido en el laboratorio, señalan que al calentar el agua "sale" vapor, humo/vapor o humo, o bien que las moléculas "se van" con el humo o el vapor. Algunos ejemplos son:

*"salen burbujas hasta arriba del tubo de ensayo y se evapora cada vez mas disminuye el agua sale mucho vapor se evapora"****

*"lo primero es que salía poco humo y...luego salían burbujas pequeñas, y luego grandes se estaba saliendo el agua con mucho humo y luego..."**

*"cuando el agua se calienta se van a ver burbujas y va a salir vapor"****

"se está calentando y se le están formando burbujas pequeñas, están creciendo y está saliendo vapor...".*

*"...cuando sale vapor del agua salen las moléculas y por eso se hace menos agua"****

Por otra parte, en la mayoría de las expresiones orales de los niños, que ocurren en los primeros minutos de las clases, en los cuatro grupos, aparece este tipo de enunciado.

Las palabras "sale" vapor y/o humo, aparecen tanto en aquellas expresiones escritas que contienen la palabra evaporación como en aquellas donde ésta palabra no se incluye. No sucede lo mismo en el caso de las expresiones orales donde la palabra evaporación, en la mayoría de los casos no aparece, mientras que "sale" vapor y/o humo es una enunciado casi siempre presente.

De esta manera, la mayoría de los niños describe la presencia de vapor de agua cuando se pone agua al fuego empleando las palabras "sale" vapor y/o humo. Algunos incluyen en sus expresiones la palabra evaporar, y la relacionan con la expresión "sale" vapor y/o humo, pero muchos otros no la emplean.

Estos hechos parecen mostrar que la palabra "evaporar" no es indispensable para que los alumnos describan lo que sucede con el agua cuando se calienta, sino que los niños, utilizando palabras de uso cotidiano, expresan lo que creen que ocurre.

Un hecho que apoya esta interpretación es que algunos alumnos sin utilizar la palabra evaporación describen lo que ocurre en términos de una transformación:

*"se calienta tanto que se va en forma de humo o sea ya se convierte en humo no en agua"**

*"con el calor el agua cambia, se aligera, se hace vapor"****

Los niños con palabras de uso cotidiano pueden describir el fenómeno tanto en términos de una emanación como de una transformación. La palabra "EVAPORAR" que es retomada del discurso escolar es incorporada en las expresiones de los alumnos pero sin que por ello cambie el sentido de éstas. Es dentro de cada una de las expresiones que evaporar adquiere un sentido específico.

Para ejemplificar el caso que analizamos en este inciso: Evaporar como una emanación, analicemos la siguiente expresión:

*"salen burbujas hasta arriba del tubo de ensayo y se evapora cada vez más disminuye el agua sale mucho vapor se evapora"****

La palabra "EVAPORAR" parece estar asociada tanto a la disminución de agua ("*...cada vez más disminuye el agua...*"), como a la "salida" del vapor ("*...sale mucho vapor...*") y no implica una transformación de agua en vapor, es decir, el significado que se asocia a la palabra "EVAPORAR" en los libros de texto (o en el discurso científico) es sustituido por otro, mediante un proceso metafórico:

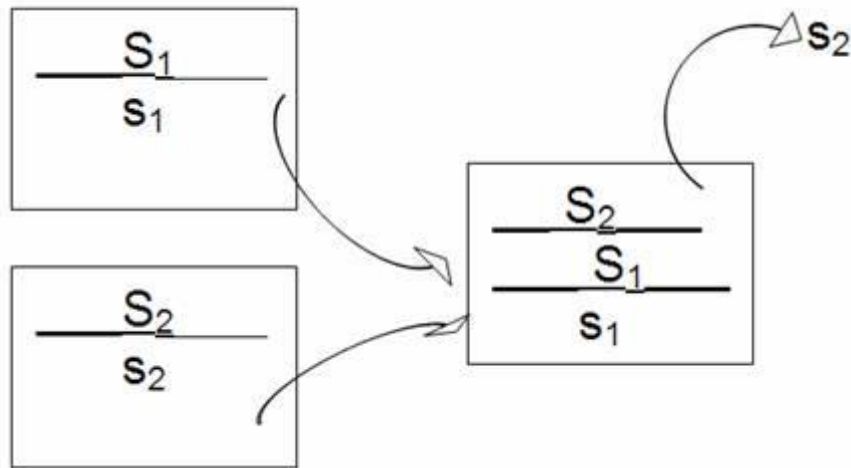
En el los libros de texto:

EVAPORAR (S₂)
Transformación de una sustancia del estado líquido al gaseoso (s₂)

En las expresiones de los alumnos:

"SALE VAPOR" (S₁)
Emana una entidad del agua cuando se calienta (s₁)

El proceso metafórico sería:



En estos casos el significado que la palabra "EVAPORAR" adquiere en los libros de texto(s_2) es expulsado y esta palabra es asociada a las significaciones que provienen de la subjetividad del alumno.

La explicación del fenómeno de evaporación basada en la idea de una emanación, concuerda con los resultados obtenidos por Piaget en sus estudios sobre las explicaciones causales (Piaget y García, 1973: 50-53). Piaget encuentra que a los niños menores de 9-10 años les parece incomprensible el fenómeno de evaporación, a partir de esa edad vacilan entre las ideas de emanación y de transformación y es hasta los 11-12 cuando el vapor se concibe como "minúsculas parcelas de agua" que en el estado líquido están reunidas muy estrechamente.

Piaget señala la dificultad que tienen los niños para *"admitir una identidad de sustancia entre los estados alternativos y la tendencia, al principio invencible, a reemplazar la idea de emanación por la de transformación."* (Piaget y García, 1973: 52)

Así, "EVAPORAR" para muchos de los alumnos no tiene que ver con la transformación de agua en vapor sino con una emanación de éste. El vapor, en los casos analizados, es una entidad que si bien surge del agua no es agua transformada en vapor:

EVAPORAR (S₂)
"SALE VAPOR" (S₁)
emana una entidad del agua (s₁)
cuando se pone al fuego

Estamos nuevamente en presencia de un signo "subjetivo".

b) Evaporar: ¿el agua desaparece?

El sentido que la palabra "EVAPORAR" adquiere, en la mayoría de las expresiones de los alumnos, es el de una emanación de vapor, sin embargo, no es el único sentido creado por ellos. Los niños, mediante procesos metafóricos similares al descrito anteriormente, asocian diferentes significaciones a dicha palabra.

Varios alumnos expresan que el agua "se acaba" , "se consume" , "desaparece" "disminuye". Estos significantes parecen asociarse a la idea de que el agua al calentarse pierde materialidad. Veamos como ejemplo las siguientes expresiones:

*"...empieza a hervir el agua a borbotones y se evapora, cada vez es menos y casi se sale el agua del tubo. Se evapora toda se acabó"****

*"...Ahora en el tubo de ensayo hay agua y lo pusimos en el fuego y se evaporó y ya no hay agua ni nada"****

*"es que llega a determinada temperatura que lo caliente y empieza a evaporar, se empieza a consumir, el agua de lo mismo caliente que está se va consumiendo"**

*"...al calentar el agua dentro del tubo de ensaye las moléculas van a desaparecer por la evaporación"****

La palabra evaporar en esta expresiones parece asociarse a la disminución de la cantidad de líquido en el recipiente. Esta disminución no se lee como una transformación del líquido en vapor con la consiguiente conservación de la materia, sino que el líquido disminuye porque el agua "se consume" , "se acaba" , "desaparece", es decir, ya no ésta materialmente presente, deja de existir.

De esta manera, el significado que se asocia a la palabra "evaporar" dentro de los libros de texto es expulsado mediante procesos metafóricos que

asocian a dicho significante otro significado creando así "signos "subjetivos", como por ejemplo:

EVAPORAR (S₂)
"SE ACABA" (S₁)
el agua pierde materialidad (s₁)
cuando se calienta

Podría también interpretarse que la expresión "se acaba" puede significar que "se acaba" el líquido sin que esto implique que la materia desaparezca, deje materialmente de existir. Sin embargo, las consideraciones siguientes me impiden inclinarme hacia esta interpretación:

Pensar que el agua no desaparece sino que el líquido es el que "se acaba" implica que el líquido se transforma en otra entidad. En aquellas expresiones de los niños donde se manifiesta que el agua "se acaba" , "se consume" o "desaparece", no aparecen las palabras que los alumnos emplean cuando hablan de una transformación, por ejemplo, expresiones como: "se hace", "se convierte", "cambia" "se va en forma de", etc. no están presentes en las expresiones que analizamos en este inciso. Por el contrario, no encuentro en dichas expresiones, ningún indicio que permita sospechar que "se acaba" o "se consume" pueden tener alguna relación con una transformación del estado líquido al gaseoso.

c) Evaporar: ¿ el agua se transforma ?

Algunos alumnos asocian la palabra evaporación con una transformación del agua. Esta transformación no es necesariamente un cambio de estado de líquido a gas, aunque en algunos casos así es, sino que el agua puede convertirse en humo, en aire caliente o en vapor(que no en todos los casos es necesariamente agua en estado gaseoso).

*"...con el calor el agua cambia, se aligera, se hace vapor"****

*"se calienta tanto que se va en forma de humo o sea ya se convierte en humo no en agua"**

*"sufre un cambio el agua porque a la hora de calentarse sufre un cambio porque ya no está en agua, está en vapor"****

*" va a evaporarse el agua y se convierte en aire caliente"****

*" de lo caliente se empieza a evaporar, se empieza a hacer vapor"**

En las tres primeras expresiones no se emplea la palabra "evaporar", sin embargo, las tres "hablan" de un cambio en el agua. Este cambio es distinto en cada caso. En la primera expresión el agua "se hace vapor", y este vapor es el resultado de que el agua "se aligere", de manera que el vapor es materialmente igual al agua sólo que más ligero. En esta expresión aparece muy claramente la idea de que el agua se transforma en vapor.

En la segunda expresión el agua se convierte en humo, lo que parece significar que el agua deja de ser agua y se transforma en humo, entidad que parece ser materialmente distinta al agua ("...se convierte en humo no en agua").

La tercera expresión puede interpretarse de dos maneras, decir que "el agua ya no está en agua, está en vapor" puede significar que el agua se transforma en vapor siendo este vapor materialmente distinto del agua o bien que el agua "está en vapor" significa que el agua sigue siendo agua pero esta en una forma distinta: como vapor. Lo que implicaría la transformación de líquido a vapor.

En los dos últimos casos aparece la palabra evaporar asociada en cada caso a un significado distinto:

En la cuarta expresión, evaporar significa que el agua se convierta en aire caliente. El agua deja de ser agua para ser aire caliente, entidades materialmente distintas. En la última expresión el agua se hace vapor, entidad que no sabemos, pues no es posible deducirlo de la expresión, si es materialmente igual o no al agua.

Los alumnos, en los cinco casos, utilizan palabras de uso cotidiano para construir una explicación del fenómeno: "se hace" "se va en forma de", "se convierte en", son significantes que implican un cambio. Cambio que en algunos casos es una transformación del estado líquido al gaseoso pero en otros no.

De esta manera, la palabra "evaporar" adquiere en algunas de las expresiones analizadas un sentido similar al que esta palabra tiene en los libros de texto. En otras expresiones se asocia a un sentido distinto. Sentido que adquiere en su relación con las demás palabras que constituyen la cadena significativa. En estos últimos casos, los alumnos, mediante procesos metafóricos construyen "signo subjetivos" creando así nuevos sentidos.

Tomemos como ejemplo la expresión cuatro: "va a evaporarse el agua y se convierte en aire caliente"

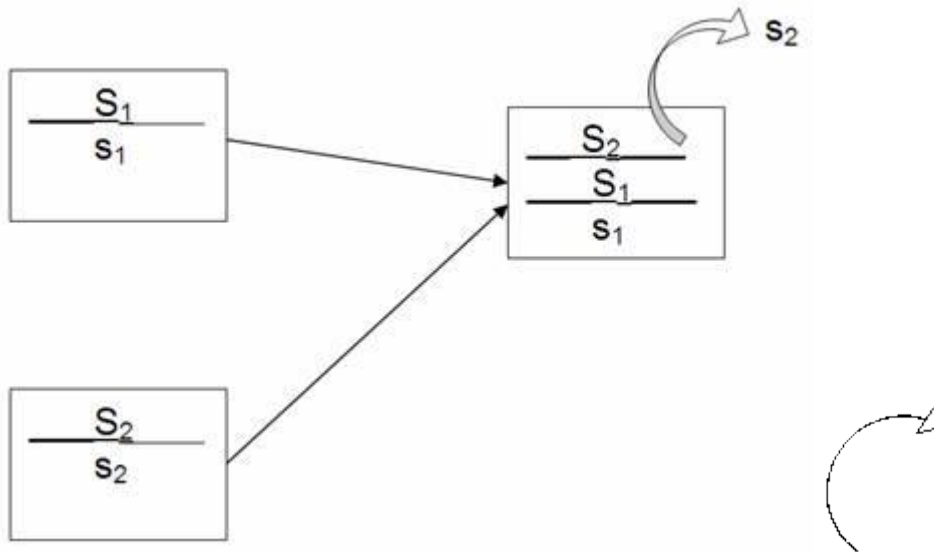
En la expresión del alumno:

"SE CONVIERTE" (S₁)
El agua al calentarse pasa (s₁)
a ser otra entidad

En los libros de texto:

EVAPORAR (S₂)
transformación de una sustancia (s₂)
del estado líquido al gaseoso

El proceso metafórico sería:



El signo "subjetivo" sería:

EVAPORAR (S₂)
"SE CONVIERTE" (S₁)
El agua al calentarse pasa (s₁)
a ser otra entidad

Con el análisis presentado hasta el momento, es posible afirmar que la palabra "evaporar" es asociada en las diferentes expresiones de los alumnos a distintas ideas. Los alumnos, toman el significante "EVAPORAR" y a través

de procesos metafóricos, lo despojan del significado que en tanto signo (en el sentido que Benveniste da al término) posee y condensan en él diversas significaciones.

Por otra parte, aquellos significantes que provienen del lenguaje cotidiano de los niños y que son utilizados por los alumnos para construir una explicación del fenómeno, pueden ser sustituidos por la palabra "EVAPORAR". Palabra que, mediante procesos metafóricos, significa en dichas expresiones aquello que precisamente no enuncia.

Estos dos hechos me permiten afirmar que "EVAPORAR" en la mayoría de las expresiones de los alumnos es un signo "subjetivo", en tanto el sentido que adquiere proviene de la subjetividad del alumno y difiere del sentido que este término posee en los libros de texto, sentido legitimado socialmente.

Habría que reflexionar sobre lo aquí planteado antes de pensar que la expresión: "el agua se evapora" en boca de nuestros alumnos, suceso por cierto muy común, significa que ellos describen el fenómeno en términos de un cambio de estado físico de la materia.

4. El fenómeno de combustión: ¿ una evaporación ?

Los niños de los grupos que realizaron experiencias de combustión explican lo que sucedió cuando colocaron sobre el fuego, cartón (grupo 1) o diferentes materiales, directamente o dentro de un tubo de ensaye (grupo 2).

En sus expresiones orales[15] y escritas no aparece la palabra combustión, los niños describen el fenómeno con palabras de uso cotidiano que casualmente, muchas de ellas, son las mismas que emplean para explicar lo que sucede con el agua cuando se calienta.

*"se quema y se pone negro"****

*"sale humo cuando se quema la hoja"**

*"se puso negro y luego le salió mucho humito blanco"****

*"se quema y desaparece"****

*"cuando se quemó el papel pesó menos porque desaparecieron las moléculas"****

*"se está poniendo negro y se está quemando y acabando poco a poco y está saliendo mucho humo"****

*"la madera se quemó y se hizo cenizas"****

*"se quemó, pesó menos porque las partículas y moléculas se fueron en forma de humo"****

Los alumnos emplean la palabra "QUEMAR" para nombrar globalmente la acción que ocurre sobre el objeto y que es percible mediante la presencia de fuego, de humo y de cambios observables en el aspecto físico de éste (p.e. *"se quema y se pone negro"*; *"se puso negro y se incendió"*). Esta palabra además de nombrar "el hecho", adquiere en las expresiones de los alumnos diversas significaciones.

La tercera parte de los alumnos del grupo 2 y un poco más de la mitad del grupo 1 emplean las palabras: "sale humo", "saca humo" "se van con el humo (las moléculas)" ,para describir lo que ocurre cuando un material se quema. Así, "QUEMAR" implicaría una emanación de humo del material que se quema, humo que para el caso de los alumnos que hablan de moléculas, se llevaría consigo a éstas. (p.e: 2da., 3a. y 6a de las expresiones señaladas).

En otras expresiones (p.e: 4a., 5a. y 6a.) "QUEMAR" significa que el material "se acabe" "desaparezca", es decir, aquello que se quema pierde materialidad. En estos casos el fenómeno no se lee como una transformación de lo que se quema en humo y en cenizas sino que lo que se quema "desaparece" y en el caso que se habla de humo, éste es algo que "sale" cuando el material se está quemando pero es independiente a que este "desaparezca" o "se acabe"..

En otros casos (p.e.: 7a. y 8a.) "QUEMAR" adquiere otro sentido, implica una transformación del material ya sea en humo o en cenizas. Palabras como: "se hizo...", "sale como...", "en forma de..." dentro de las expresiones de los alumnos nos dan este sentido. Por ejemplo la expresión: *"el cartón se quemó y se hizo cenizas y pesó menos"* implica que el cartón deja de ser cartón y se convierte en cenizas, es decir, el cartón y las cenizas son dos entidades materialmente distintas. Esto se puede ver más claramente cuando analizamos expresiones donde el papel después de quemarse sigue siendo papel: *"...cuando se quema el papel las moléculas se hacen dos, una mitad se va en el humo y la otra parte se queda en el papel"*. En esta expresión "QUEMAR" implica una emanación de humo y una separación de las moléculas que contiene el papel (recuérdese el significado de la palabra

molécula en las expresiones de los alumnos) y no un cambio material de éste.

De acuerdo con lo anterior, los alumnos asocian a la palabra "quemar" diferentes significados:

- a) "QUEMAR" nombra, en forma general, la acción que se ejerce sobre el material y que se percibe mediante los cambios de apariencia del objeto, y la presencia de humo y fuego.
- b) "QUEMAR" tiene que ver con una emanación de humo del material.
- c) "QUEMAR" implica que el material "se acabe" , "desaparezca", es decir, deje materialmente de existir.
- d) "QUEMAR" significa que el material "se hace", es decir, se transforma en otra entidad cualitativamente distinta (cenizas, carbón, humo).

De esta manera, el significante "QUEMAR" condensa diferentes significaciones.

Si comparo las significaciones que encontré en las expresiones de los alumnos, para los significantes "QUEMAR" y "EVAPORAR", encuentro que ambos significantes soportan significaciones muy similares:

"EVAPORAR" es asociado a una emanación de "vapor" y/o "humo". Pero como ya señale en apartados anteriores, la palabra "VAPOR" adquiere en la mayoría de las expresiones de los alumnos un significado distinto al que enuncia: "VAPOR" y "HUMO" , en estos casos, son significantes conceptualmente equivalentes. De manera que el significante "EVAPORAR" implica una emanación de humo, significado que los alumnos asocian a la palabra "QUEMAR".

"EVAPORAR" también significa que la sustancia que se coloca al fuego (agua en este caso) "desaparezca", "se acabe", es decir, deje materialmente de existir. Los niños asocian esta significación a la palabra "QUEMAR".

"EVAPORAR" en ciertas expresiones se asocia a la transformación de la sustancia que se coloca al fuego (agua en este caso) en otra entidad. "QUEMAR" también es asociado por los alumnos a esta idea.

Si lo que aquí expongo es factible, es decir, si es posible que los alumnos asocien los significantes "EVAPORAR" y "QUEMAR" a los mismas significaciones, lo que implicaría que ambos signos puedan ser conceptualmente equivalentes, entonces deberían haber ocurrido expresiones donde los niños describan fenómenos de evaporación con la palabra "QUEMAR" y fenómenos de combustión con la palabra "EVAPORAR". Estos hechos se presentaron en las clases observadas:

*"el papel después de quemarse va a pesar menos porque las moléculas se van a evaporar y van a salir en forma de humo"****

*"el papel con las moléculas pesaba más y como las moléculas se evaporaron después el papel pesaba menos"****

*"el agua hirvió y se quemaron las moléculas..."***

*"que las moléculas se queman en el agua y son en el vapor"**

*"el agua se evapora, porque al hervir las moléculas se queman y se esparcen"****

*"empezó a hervir el agua y empezaron a salir muchas burbujas y se quemaron las moléculas..."***

Y la última que parece no dejar lugar a dudas:

*"LO QUE SE QUEMA SE EVAPORA SE HACE MAS LIGERO Y SE VA VOLANDO"**

Es importante señalar que el análisis anterior no elimina la posibilidad de que algunos niños puedan pensar que la evaporación es un fenómeno diferente a la combustión. Lo único que puedo afirmar es que encontré expresiones de los niños donde ambos fenómenos parecen ser equivalentes.

5. Sentidos nuevos: Sentidos metafóricos.

Durante las situaciones analizadas en este capítulo, las expresiones de los alumnos, en la mayoría de los casos, dejan ver con bastante claridad ciertas ideas que los alumnos tienen sobre los fenómenos de evaporación y combustión. Estas ideas se expresan casi siempre mediante palabras de uso cotidiano: "sale" "se acaba" "desaparece" "se hace" son términos que aparecen continuamente en lo que los alumnos dicen o escriben.

Pocas palabras provenientes del discurso escolar son utilizadas por los niños en sus explicaciones: "VAPOR", "EVAPORAR", "MOLECULA", son las que

aparecen mas frecuentemente. Los niños en la mayoría de los casos, integran estas palabras a sus expresiones[16] y es en oposición a los demás términos que constituyen la cadena de significantes que éstas adquieren su sentido. Sentido que difiere, en muchos de los casos, al que dichos significantes tienen dentro del discurso escolar, en particular al que tienen en los libros de texto de Ciencias Naturales.

Esta creación de sentidos se realiza mediante procesos metafóricos, durante los cuales los significados que los términos poseen dentro del discurso escolar son desplazados. De esta manera, surgen "signos subjetivos" puesto que la asociación entre signifiante y significado es individual en tanto es distinta a la aceptada dentro del discurso escolar. Estos "signos subjetivos" o "motivados" como los llamaría Piaget, expresan, de alguna manera, el pensamiento del alumno.

[1] Los libros de texto de Ciencias Naturales que se citan en esta investigación son los que se elaboraron durante la reforma educativa realizada durante el sexenio de Luis Echeverría y que estuvieron vigentes por 20 años o más, desde 1972 hasta la reforma realizada durante el sexenio de Ernesto Zedillo. El nuevo programa de estudio de educación básica entró en vigencia en 1993 y los libros de ciencias naturales de 3º a 6º grados conforme fueron elaborados en los años sucesivos.

[2] Se trata de los grupos 1, 2 y 3 . Un resumen de lo ocurrido en estas clases se puede consultar en las Págs. 42 a 47

[3] Para diferenciar las expresiones escritas de los alumnos de las expresiones orales se pondrá un asterisco al final de las expresiones orales y dos al final de la expresiones escritas.

[4] Mediante los fallidos el sujeto no sabe que está diciendo algo que tiene que ver con su verdad, en el momento mismo que se equivoca con las palabras. (Masotta,O., 1986:Pág. 59)

[5] Estas son las preguntas que se plantearon en el grupo 1, en los otros dos grupos (2 y 3) fueron: ¿qué va a pasar? ¿qué está pasando?

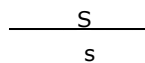
[6] las preguntas que en una clase anterior dejó el maestro para que los niños investigaran son: ¿qué se produce cuando hay fuego ? y ¿qué necesitamos para hacer fuego?

[7] Las maestras expresan su opinión no sólo mediante palabras sino a través de gestos, actitudes, silencios, etc.

[8] Tomo de Saussure su definición de signo y su notación: Signo como "la combinación del concepto y de la imagen acústica", términos que después Saussure reemplazaría por significado y signifiante.(Saussure, 1986; Pág. 103)

<u>concepto</u>	<u>significado</u>	<u>s</u>
imagen	signifiante	S
acústica		

Retomo de Lacan la inversión en el esquema del signo lingüístico y que señala la supremacía del signifiante sobre el significado punto central de los planteamientos Lacanianos:



[9] "Leclair nos muestra que hay dos procesos que pueden intervenir en esa alteración del signo: un significado puede encontrarse asociado a cualquier signifiante o, inversamente, un signifiante puede encontrarse asociado a cualquier significado. En ambos casos tenemos un arbitrario del signo estrictamente individual, estrictamente subjetivo..." (citado en: Dor, 1986; Pág.38)

- [10] Este análisis se realizó sobre los libros de texto gratuitos de Ciencias Naturales vigentes desde 1972 hasta los años noventa.
- [11] "El principio de la metáfora consiste en designar algo a través del nombre de otra cosa. Se trata, entonces, en el verdadero sentido del término de una sustitución significante como lo dice Lacan" (Dor, 1986: 54)
- [12] Las situaciones que aquí se presentan se analizan con más detalle en el capítulo VI. Ver Págs. 93-98 y 101-103
- [13] Significación obtenida al analizar el libro de texto de 3er. grado de Ciencias Naturales vigente desde 1972 y hasta los años noventa.
- [14] La mitad de los niños del grupo 1 emplean la palabra evaporación en sus expresiones escritas y casi todos los niños del grupo 3 (con excepción de 4 niños). En el grupo 2 no la utilizan.
- [15] las que ocurrieron en los minutos iniciales de la clase antes del primer corte del maestro.
- [16] Sólo en contadas expresiones escritas aparece la palabra evaporar aislada: El agua se evapora

V. EL DECIR DEL ALUMNO.

En el análisis de las expresiones de los alumnos presentado en el capítulo anterior, encontramos que los fenómenos de evaporación y combustión, en muchos casos, son explicados por los niños, desde una perspectiva distinta a la escolar. El sentido de los términos que se emplean en los libros de texto para caracterizar estos fenómenos son transformados, mediante procesos metafóricos: Los significantes permanecen pero son asociados a otras ideas desplazando el significado al que estaban unidos en estos textos. Los niños transforman los signos EVAPORAR, QUEMAR, VAPOR Y HUMO, en "signos subjetivos", en tanto las significaciones que soportan provienen de la subjetividad de los alumnos, creando a través de ellos sentidos distintos.

En el capítulo anterior analicé los diferentes sentidos que los niños asocian a la palabra evaporar. "Sale humo o vapor; el agua "se acaba", "se hace" aire o humo, "se consume", "se aligera, se hace vapor" etc. son expresiones que, en su mayoría, nos remiten a significaciones distintas a las aceptadas en el ámbito escolar. Estas expresiones son muy descriptivas, parecen estar muy ligadas a la percepción que los alumnos tienen del fenómeno y expresan en palabras la imagen que el niño se ha creado de éste. Cuando los alumnos incorporan a este tipo de expresiones la palabra evaporar, ésta adquiere dentro de la cadena de significantes un nuevo sentido y el significado escolar puede ser expulsado. Así, evaporar, en la mayoría de los casos, no significa la transformación de una sustancia del estado líquido al gaseoso sino que es asociada, mediante procesos metafóricos, a la(s) imagen(es) que el niño tiene del fenómeno y empleada para nombrarlo[1].

Sitúo la(s) imágenes) que el niño tiene del fenómeno al nivel del contenido latente y las expresiones orales o escritas que se refieren a esta(s) imagen(es) al nivel del contenido manifiesto:

Contenido manifiesto	EVAPORAR (S2/s2)
Contenido latente	imagen del fenómeno de evaporación (S1/s1)

Por otra parte, el significante evaporar puede condensar en él diversos significados: emanación de vapor/humo; pérdida de materialidad; transformación en otra entidad materialmente distinta, transformación de agua en vapor. Por ejemplo en la expresión: "*...se evapora cada vez mas disminuye el agua sale mucho vapor se evapora...*", el significante "evapora" condensa dos significaciones: la disminución de agua y la emanación de vapor.

Un proceso similar ocurre con la palabra "QUEMAR", aunque existen algunas diferencias. En los libros de texto vigentes se emplea la palabra "combustión" para nombrar el fenómeno que ocurre cuando se prende fuego a un material combustible. En las clases observadas ni la maestra, ni los alumnos utilizan dicha palabra. Son los niños quienes al explicar lo sucedido en el laboratorio emplean la palabra "QUEMAR" para describir el suceso y ésta es retomada por la maestra durante el diálogo con ellos. "QUEMAR" se emplea en los libros de texto pero también es una palabra de uso cotidiano que adquiere en las expresiones de los alumnos un significado distinto al que se asocia, a la misma palabra, en los textos mencionados (esto lo analizaré con más detalle en el capítulo siguiente).

En las explicaciones de los niños que se refieren al fenómeno de combustión, aparecen expresiones como: "sale humo", "se quema y desaparece", "se hizo cenizas", "se quemó y pesó menos", etc, que nos remiten a significaciones diversas y distintas a las comúnmente aceptadas en el ámbito escolar. Estas expresiones al igual que en el caso de la evaporación, son muy descriptivas, muy ligadas a la percepción del suceso, a la imagen que el niño se crea de éste. Por otra parte, en la mayoría de ellas, la palabra "quemar" parece nombrar la acción que ocurre sobre el objeto y que es percible por la presencia de fuego y humo, lo que indica también su relación con una imagen más que con una representación conceptual del fenómeno. De esta manera, el significante "QUEMAR" se asocia, mediante un proceso metafórico a la imagen que el niño se hace del fenómeno, desplazando el significado

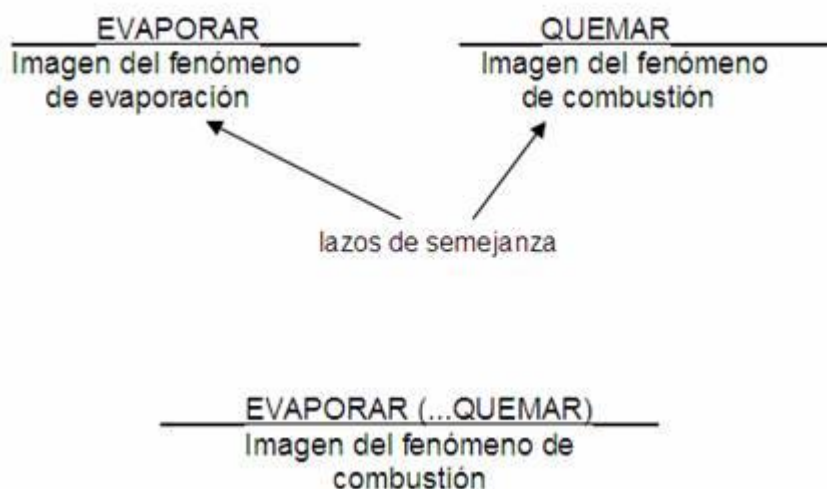
que en los libros de texto tiene dicha palabra y condensando en él los diversos sentidos que el niño da al fenómeno.

Es la relación de ambos significantes: evaporar y quemar, con la imagen que los niños se crean de los fenómenos, lo que me permite construir una interpretación que explique por qué en muchas de las expresiones de los alumnos, estas palabras aparecen como conceptualmente equivalentes.

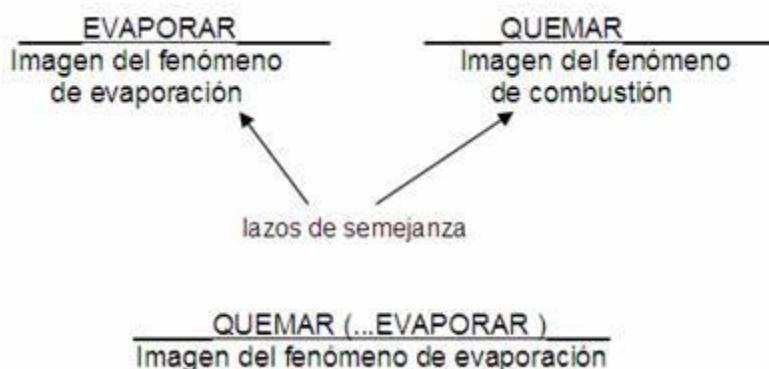
La imagen que el niño se crea de los fenómenos, que sitúo en el nivel del contenido latente, se representa, mediante "signos subjetivos", en las expresiones de los alumnos, en lo que ellos dicen. Mediante procesos metafóricos, la imagen se asocia a los significantes "EVAPORAR" y "QUEMAR" y desplaza el concepto que en los libros de texto se asocia a dichos significantes.

Las transferencias de denominación, mediante las cuales los niños explican un fenómeno de evaporación empleando el término "QUEMAR" o un fenómeno de combustión utilizando el término "EVAPORAR" pueden explicarse, con base en procesos metonímicos[2], si existen vínculos entre los dos signos. Estos vínculos parecen estar dados al nivel de la imagen que los niños se hacen de los fenómenos, pues existen elementos comunes como son: la presencia de vapor en un caso y de humo en el otro, entidades difícilmente diferenciables a través de la percepción; la acción ejercida sobre los materiales, tanto por el alumno que lo coloca en contacto con el fuego, como la acción del fuego mismo sobre el material; y la disminución parcial de la cantidad de sustancia o su transformación total en vapor o en gases producto de la combustión. Los elementos, que aparecen como comunes a los dos fenómenos en algunas imágenes de los niños sobre éstos, son los que permiten que se efectúen los procesos metonímicos siguientes:

- a) Desplazamiento del significante "QUEMAR" por el significante "EVAPORAR" en la explicación de un fenómeno de combustión:



b) Desplazamiento del significante "EVAPORAR" por el significante "QUEMAR" en la explicación de un fenómeno de evaporación:

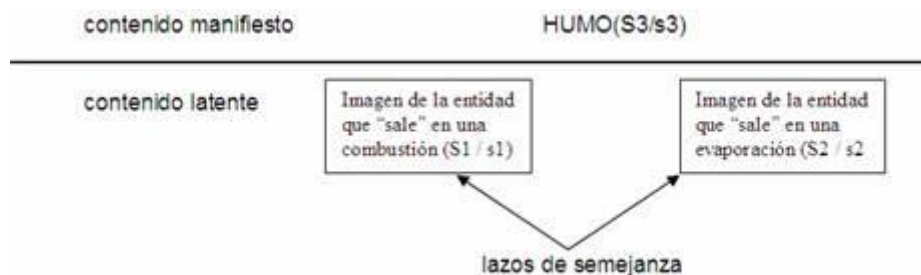


De esta manera, el significante "QUEMAR", en el primer caso (a), es suplantado por el significante "EVAPORAR" pero sin que éste último pase por debajo de la línea de significación (a diferencia del proceso metafórico), sino que queda por encima y el sentido de la palabra está sujeto al mantenimiento de la contigüidad de los dos significantes y su asociación con el significado inicialmente asociado al significante suplantado, en este caso, asociado a la palabra "QUEMAR". En cuanto al significado unido al significante que suplanta, en este caso el significado asociado a la palabra "evaporar" es expulsado. Un proceso similar ocurre para el segundo caso (b).

Es la creación de estos "signos subjetivos" lo que permite explicar las transferencias de denominación (evaporar por quemar y viceversa) que encontramos en algunas de las expresiones de los alumnos.

Para el caso de las palabras vapor y humo, la situación es un poco distinta. Como señalé en el análisis presentado en el capítulo anterior, en las expresiones de los alumnos podemos encontrar que es la palabra "HUMO" la que denomina a la entidad que "sale" del agua al calentarla (primer caso), o bien, que es la palabra "VAPOR" la que nombra dicha entidad (segundo caso), o incluso que en una misma expresión se utilizan los dos términos (tercer caso).

Para el primer caso, es posible pensar que la palabra humo es el significante que "originariamente" el niño asocia a la imagen que de dicha entidad se ha creado y la utiliza tanto para los casos de evaporación como de combustión, pues la(s) imagen(es) que de dichos fenómenos se ha hecho, y en particular de la entidad que "sale", tienen elementos muy semejantes o idénticos: No hay razones, que a partir de la o las Imágenes que el niño se ha creado, permitan diferenciar el humo del vapor, de hecho ambas entidades son difíciles de diferenciar, a través de la percepción, incluso para un adulto. Los alumnos que emplean sólo la palabra humo, no requieren de la palabra "vapor" para referirse al fenómeno de evaporación. Podemos decir que el significante humo condensa dos Imágenes: la de la entidad que "sale" cuando algo se quema y la de aquella que "sale" cuando el agua se calienta.



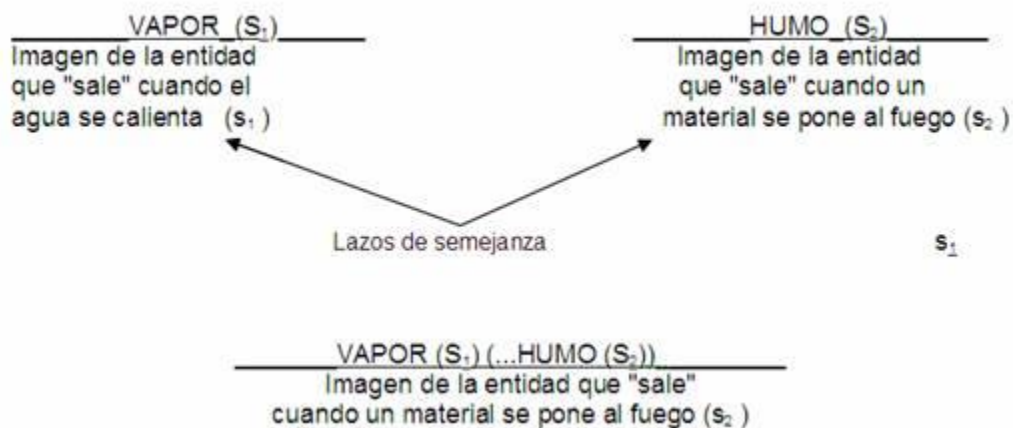
De esta manera, cuando los alumnos utilizan la palabra "HUMO" para nombrar tanto a los gases y partículas que se desprenden durante una combustión, como al agua en estado gaseoso que se genera en una evaporación, están creando un "signo subjetivo", un sentido distinto al escolar (en particular al que se expresa en los libros de texto).

En el segundo caso es la palabra "VAPOR" la que nombra a la entidad que "sale" del agua al calentarla. Esto podría interpretarse como un uso "correcto", es decir, de acuerdo al código propio del discurso escolar, sin embargo, como ya analizamos en el capítulo anterior, la palabra "VAPOR" adquiere su sentido en la cadena de significantes, es la expresión analizada

en su conjunto la que me permite conocer este sentido: "VAPOR" no significa, en la mayoría de los casos, agua en estado gaseoso, sino nombra a esa entidad que "sale" cuando el agua se calienta. El niño que inicialmente nombra la entidad producto de la evaporación del agua con la palabra "HUMO"[3], debido principalmente a la enseñanza escolar, reprime este significante y mediante un proceso metafórico asocia a la palabra "VAPOR" las significaciones asociadas antes a la palabra "HUMO". De esta manera, cada vez que él menciona la palabra "VAPOR" puede estar diciendo sin saberlo el sentido que ésta oculta.

El tercer caso ocurre cuando ya se ha dado el proceso de represión del significante "HUMO", sin embargo, cuando los niños explican el fenómeno de calentamiento del agua, aparecen los dos términos en una misma expresión.

Esta transferencia de nominación, puede explicarse por un proceso metonímico, dados los vínculos que existen entre los dos signos al nivel del contenido latente. Estos vínculos parecen existir al nivel de la Imagen que los niños se crean de los fenómenos, en particular de la entidad que "sale" del material que se coloca sobre el fuego. El proceso metonímico sería:



En los tres casos analizados, los términos vapor y humo aparecen como conceptualmente equivalentes pues están asociados a la misma Imagen o a Imágenes semejantes. Son esta(s) Imagen(es) las que se representan en las expresiones de los niños mediante los "signos subjetivos": Vapor y Humo. Signos que son construidos a través de procesos metafóricos y metonímicos y que expresan, sin que el alumno se dé cuenta, un significado distinto al que se les asocia en los libros de texto.

En resumen: El análisis realizado muestra la existencia de "signos subjetivos" que permiten la expresión de las representaciones que los alumnos tienen de los fenómenos. Expresión que se realiza sólo a través de procesos metafóricos o metonímicos. Son éstos "signos subjetivos" indicios (o síntomas) de estos sentidos distintos que se "filtran" en lo que los alumnos dicen.

Con lo expresado hasta el momento, parece posible poder definir una categoría que nos permita nombrar ese material intermedio, que sitúo entre el contenido manifiesto y el latente:

Llamo "**DECIR DEL ALUMNO**" a todos esos sentidos que se expresan en lo que el alumno dice, en la cadena significante, a través de "signos subjetivos" y que son producto de un deslizamiento del sentido que poseen las palabras provenientes del lugar del código (del discurso escolar) creando así nuevos sentidos, mediante procesos metafóricos y metonímicos.

Intentaré analizar con mas detalle lo enunciado en el párrafo anterior:

1. El "decir del alumno" se expresa a través de lo que el alumno dice.

Esta afirmación remite necesariamente a una distinción entre lo que el alumno dice: "lo dicho" (el contenido manifiesto) y "su decir" (la expresión del contenido latente). Distinción que nos obliga a considerar al alumno como un sujeto que al hablar expresa algo que va más allá de lo que sus palabras significan (en tanto signos en el sentido que Benveniste da al término), algo que tiene que ver con "su saber", con "su verdad" sobre el mundo. Así, cuando un alumno dice: *"cuando el agua está caliente le empieza a salir humo"* no podemos interpretarlo como un error de vocabulario (utiliza humo en lugar de vapor), sino que esta "equivocación", tiene que ver con una sustitución de significantes, apela a su concepción del mundo, a las Imágenes que de éste se ha creado, a la perspectiva desde la cuál construye sus explicaciones, a su "subjetividad".

El discurso que priva en la enseñanza, sobre todo en la enseñanza de las ciencias, está constituido principalmente por enunciados gnómicos. Maestros y alumnos articulan expresiones que llaman a la generalidad, a la universalidad. Enunciados como: "el agua se evapora" sólo pueden tener, desde la perspectiva escolar, un significado. El análisis realizado en el

capítulo anterior muestra lo equivocado de esta consideración pues ésta niega la separación que existe entre "lo dicho" y "el decir".

2. EL "decir del alumno" es producto de un deslizamiento de sentido.

Cuando un alumno se expresa, las palabras que constituyen sus enunciados, adquieren su significado por oposición a las demás palabras de la cadena hablada (valor del signo de Saussure, concepto de puntada de Lacan). Cuando los niños integran a sus explicaciones palabras que provienen del discurso escolar, éstas pueden adquirir un nuevo significado puesto que están insertas en una cadena de significantes distinta. El análisis descrito en el capítulo precedente así lo muestra, por ejemplo, el término "EVAPORAR" se asocia, en muchas de las expresiones de los alumnos, a un significado diferente del que éste posee en los libros de texto. De esta manera, la palabra "EVAPORAR" es despojada del sentido que le es propio (en tanto signo) para representar otras significaciones, quedando invariado el significante pero deslizado su sentido.

3. El "decir del alumno" implica la creación de "signos subjetivos".

El alumno al expresar su pensamiento en palabras puede utilizar palabras provenientes del discurso escolar. Palabras, que como ya hemos señalado, pueden ser despojadas de su significado y ser asociadas a otras significaciones.

Este deslizamiento de sentido es posible pensarlo si partimos del concepto de lo arbitrario del signo propuesto por Saussure: Entre un concepto (significado) y la Imagen acústica (significante) que lo representa, no existe ningún lazo natural que los una. Para Saussure, *"el lenguaje surge de una serie de divisiones que se introducen simultáneamente en un flujo de pensamientos y en un flujo fónico, de modo que si la lengua elabora las unidades al constituirse entre dos masas amorfas, el signo lingüístico corresponde a una articulación de ambas masas amorfas entre sí: una idea se fija en un sonido al mismo tiempo que una secuencia fónica se constituye como un significante de una idea"* (Dor, 1986:48).

El signo lingüístico procede entonces de un "corte" que interviene en el flujo de los pensamientos y de los sonidos, de manera que el significante surge al mismo tiempo que se lo asocia a un concepto, gestándose en el mismo momento el signo lingüístico en su totalidad. Lacan sustituye la noción de

"corte" por la de "puntada" : la significación no se circunscribe a unidades elementales sucesivas sino al conjunto de la secuencia hablada. La significación de un mensaje se da al término de la articulación significativa.

Si bien para Saussure no hay ningún lazo natural que una un significante con un significado, una vez elegida esta asociación por una comunidad lingüística dada, se impone a la "masa de los hablantes" pero a la vez puede alterarse porque perdura en el tiempo (inmutabilidad/alteridad del signo)[4].

Lo anterior me permite construir una interpretación del proceso mediante el cual los alumnos crean nuevos sentidos, a partir de los signos lingüísticos provenientes de los libros de texto, del discurso científico o en general del lugar del código[5].

Los alumnos (y muy posiblemente también los maestros), toman los significantes y los ordenan en su discurso en función de las prescripciones del código[6], sin embargo, es en la cadena significativa donde éstos adquieren su sentido, por oposición con los otros significantes. Si en esta cadena interfieren otros elementos significantes no previstos por el código, que provienen del inconsciente del sujeto, del contenido latente,[7] se producen sustituciones significantes metafóricas o metonímicas dando origen a lo que he llamado "signos subjetivos" y por lo tanto, creando nuevos sentidos, sentidos no previstos.

Estos sentidos sólo pueden escucharse como mensajes en relación al código, el nuevo sentido reside precisamente en esa diferencia con respecto a él. Si puedo distinguir las nuevas composiciones significantes creadas por los alumnos es porque establezco las diferencias entre los sentidos que provienen de los signos que constituyen el código y los sentidos que son creados a través de la construcción de "signos subjetivos", sentidos que siempre serán metafóricos.

4. El alumno no sabe que expresa "su decir" en lo que dice.

Como hemos visto en el análisis realizado, el alumno hace intervenir en la cadena hablada, significantes que no provienen del código sino que provienen del contenido latente (por ejemplo de la imagen que se ha creado del fenómeno). Esta formación significativa escapa al sujeto y expresa sin que el se dé cuenta ciertos sentidos, sentidos que tienen que ver con la perspectiva desde la cual construye sus explicaciones sobre el mundo,

perspectiva u "orientaciones de espíritu" como la llama Piaget, que son inconscientes para el alumno.

De esta manera, en lo que el alumno dice se filtra "su decir" sin que él sepa lo que en realidad está diciendo.

En este capítulo he presentado la categoría central de la tesis: "el decir del alumno". Categoría que necesariamente nos remite a una concepción de alumno. Alumno que ya no puedo concebir como puramente racional o en vías de serlo, como sujeto consciente o con una conciencia en formación, sino como un sujeto dividido, como sujeto consciente/inconsciente, racional/irracional, cuya interpretación de los fenómenos naturales está necesariamente cruzada por estas significaciones que provienen del contenido latente, del inconsciente.

-
- [1] La Imagen que tienen los alumnos del fenómeno juega el papel de significante. Piaget analiza ésta posibilidad: *"la imagen es un significante diferenciado, más que el indicio, ya que se desprende del objeto percibido, pero menos que el signo, ya que sigue siendo imitación al objeto y, así, signo "motivado" (en oposición al signo verbal arbitrario)".* Piaget, 1961: p. 223
- [2] la metonimia *"se elabora según un proceso de transferencia de denominación, mediante el cual un objeto es designado por un término diferente del que habitualmente le es propio. Pero esta transferencia de denominación de un término a otro sólo es posible si existen ciertos vínculos entre los dos"* (Dor, 1986: 58)
- [3] Las investigaciones de Piaget muestran que la palabra "HUMO" es la que los niños emplean más frecuentemente para nombrar el agua en estado gaseoso. Por otra parte, en mi trabajo con los alumnos encuentro resultados similares, sin embargo, éstos aún no están sistematizados por lo que la interpretación que planteo está a título de hipótesis.
- [4] Para Saussure el signo es inmutable pues *"un individuo sería incapaz de modificar en un ápice la elección hecha, la masa misma no puede ejercer su soberanía sobre una sola palabra; la masa está atada a la lengua tal cual es"*. El signo se instala en una tradición, en el tiempo, pero puede alterarse precisamente porque perdura en el tiempo.
- [5] Lacan llama lugar del código al punto donde se encuentran fijados los diversos empleos de los significantes, es el lugar del referente simbólico.
- [6] Tomo la definición que Dor, J. da de código: conjunto de signos y de símbolos regido por convenciones preestablecidas que permiten representar y transmitir la información
- [7] Para Lacan esta formación significativa de contrabando proviene de *"una determinación que escapa al sujeto y se origina en el lugar del "objeto metonímico".*(Dor, 1986: 187).

VI. El "Decir del alumno" y el discurso escolar.

En los dos capítulos precedentes he intentado mostrar la perspectiva desde la cual los alumnos se explican los fenómenos de evaporación y combustión. Los sentidos que se expresan a través de lo que ellos dicen al respecto, los

procesos que transforman los signos provenientes del discurso escolar en "signos subjetivos".

Si ahora puedo decir que el pensamiento del alumno se expresa, de alguna manera, a través de "su decir", en aquellas situaciones donde las condiciones permiten la expresión "mas o menos libre" de las ideas de los alumnos, en el sentido de poco pautada y con ausencia de una opinión explícita por parte del maestro, el problema es analizar qué sucede con el "decir del alumno" en aquellas situaciones que no tienen estas características.

El capítulo consta de dos partes: En la primera presentaré la perspectiva desde la cual se abordan los fenómenos de evaporación y combustión en los libros de texto de primaria de Ciencias Naturales vigentes desde 1972 hasta los años noventa. En la segunda parte analizo las interacciones entre maestro y alumnos y alumnos entre sí en las clases observadas, siendo el eje de análisis las formas de expresión del "decir del alumno" y lo que sucede con respecto a él en las diferentes situaciones.

1. Los fenómenos de evaporación y combustión en los libros de texto.

a) El fenómeno de evaporación

La evaporación del agua es un tema que se aborda desde primer grado de primaria. Los contenidos que se tratan en los diferentes grados son:

- ✦ Estados físicos del agua
- ✦ Cambios de estado físico del agua
- ✦ Los cambios de estado son cambios físicos

Una idea central parece articular los diferentes aspectos que se desarrollan sobre estos contenidos y la forma en que estos se presentan: existe una identidad material entre ciertas entidades: El hielo, la nieve, el granizo, el agua que bebemos, el vapor, las nubes, el vaho, etc., están constituidos por la misma materia: el agua.

Esta "identidad sustancial", por cierto difícilmente observable mediante la comparación del aspecto físico (el hielo es bastante diferente del vapor y de las nubes), se sustenta en la posibilidad de que una entidad se transforme en otra y viceversa. Así el hielo es agua porque si lo dejamos al sol se derrite

obteniéndose agua líquida o bien al calentar agua en una cafetera ésta se convierte en vapor que al enfriarse vuelve a transformarse en agua.

La razón que justifica la afirmación de que todas las entidades señaladas son agua, esta basada en un hecho del que no necesariamente se saca esa conclusión: que el agua se pueda transformar en vapor y luego éste pueda volverse de nuevo agua no implica que ambos estén constituidos por la misma materia (en una reacción química reversible una sustancia se transforma en otra que puede volver a transformarse en la sustancia original). Se intenta mostrar una identidad química sin analizar el problema a este nivel.

Por cierto algunos alumnos[1] cuando manejan la información de que el agua está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, se explican el fenómeno de evaporación como una separación del hidrógeno y del oxígeno (que saben son gases), lo que da origen al vapor, y la reunión de ambos elementos para obtener de nuevo el agua líquida.

No pretendo con esto decir que es necesario analizar el problema a nivel químico, mi intención no es hacer ningún tipo de propuesta, sólo marco un problema de coherencia lógica, para mostrar que no es nada evidente que el vapor sea agua, mucho menos para los niños como lo muestran los estudios de Piaget (Piaget. y García, 1973).

Esta idea de "identidad sustancial" está presente en la presentación de los diferentes contenidos que sobre el tema se abordan en los diferentes grados, incluso, en ocasiones, es utilizada como la razón que justifica o evidencia las afirmaciones que se sostienen en las explicaciones sobre los fenómenos que se describen. Veamos algunos ejemplos.

1) El agua puede estar en tres estados físicos: sólido (hielo, granizo, nieve), líquido (agua), gaseoso (vapor, vaho, nubes, el agua que está en el aire)

A partir de señalar que el hielo, el agua líquida y el vapor son agua, se presenta el concepto de estado físico. El término se emplea para clasificar las diferentes entidades que antes se había señalado como constituidas por agua. Por ejemplo, en tercer grado de primaria, después de señalar que el agua está en las plantas, en el aliento y en muy diversos lugares que reciben el agua de la lluvia, se afirma: *"el agua puede estar en estado sólido como hielo, en estado líquido como la que bebemos o en estado de vapor como cuando está en el aire y no la vemos. El agua puede pasar de un estado a*

otro según se caliente o se enfríe".(S.E.P., 1975, Libro del alumno de 3er. grado). De esta manera se introduce una clasificación y se menciona cuales de las entidades señaladas están en estado sólido y cuales en los otros dos estados. Detrás de esta forma de presentar la información parece estar la idea de que los alumnos a partir de la observación de las características físicas podrán clasificar las entidades constituidas por agua (vapor, nubes, vaho, hielo, nieve, granizo, etc) en sólidos, líquidos o gases.

Por otra parte, detrás de la forma de presentar el término "estado físico" y de la clasificación que a raíz de éste se realiza, está la idea de "identidad sustancial". De esta manera, el hielo, el agua, el vapor, las nubes, el aliento, etc, están constituidos por la misma sustancia: agua. Si su aspecto físico es muy distinto es debido a que están en diferente estado físico, el hielo es sólido, el agua es líquida y el vapor es gaseoso.

La definición implícita de estado físico se sustenta en que las entidades que se afirma son agua tienen diferentes características físicas que permiten su clasificación y estas diferencias en el aspecto físico de las diversas entidades, se explican por que el agua está en diferentes estados físicos y no porque se trate de entidades materialmente distintas. Como vemos, una idea se sustenta en la otra y ambas en la idea de "identidad sustancial".

Es en cuarto año cuando se establece una diferencia entre los tres estados físicos. Esta se sitúa a nivel microscópico: *"En un sólido las moléculas están muy juntas y unidas...En un líquido están un poco mas separadas y sueltas...En un gas están muy separadas y libres"* (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 4º grado). De esta manera el estado físico en el que se encuentre una sustancia depende del grado de separación y de unión entre sus moléculas.

2) El agua puede cambiar de un estado físico a otro.

Esta idea se presenta desde primer grado donde se pide al alumno que observe qué sucede con el hielo cuando lo colocamos en el sol. En el libro de texto del niño no se da ninguna explicación al respecto, sólo se ilustra el fenómeno. En el libro para el maestro se proponen diversas actividades para que el alumno observe los cambios de estado físico del agua y se pide que diga de que están hechos el vapor y el hielo. En tercer grado se retoma el mismo fenómeno y se da la siguiente explicación: *" El hielo se ha transformado en agua al calentarse un poco y el agua en vapor al calentarse*

más. Cuando el vapor tocó la tapa se enfrió y se convirtió nuevamente en agua. Si lo pusiéramos en un lugar muy frío se convertiría nuevamente en hielo" (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 3er. grado).

Se analiza el fenómeno en términos de una transformación reversible: el agua se transforma en vapor y éste se convierte nuevamente en agua. Se centra la atención en los estados inicial y final: agua-vapor. El proceso se nombra como una transformación, es decir, se dice que el agua se transforma en vapor. Dicha transformación y su relación con la temperatura (calentar-enfriar) se sustenta en una constatación de hechos: el hielo al calentarse se transforma en agua y ésta a su vez en vapor. Si se enfrían el vapor se transforma en agua y el agua en hielo. Hechos que se supone son observables por los alumnos.

De nuevo se encuentra implícitamente la idea de "identidad sustancial": el agua se transforma en vapor pero continua siendo agua.

Es en cuarto grado cuando la palabra evaporación aparece por vez primera: "Cuando el agua se pone en contacto con el aire, puede pasar de líquido a gas, o sea, evaporarse. El agua en forma de gas se llama vapor. Está en el aire aunque no se vea" (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 4º grado).

Evaporar significa el "paso" de líquido a gas, en particular de agua a vapor cuando ésta se pone en contacto con el aire. Se le da nombre al proceso: evaporar, que se describe como "paso" de un estado físico a otro. La atención se centra en los estados inicial y final: líquido-gas

3) Los cambios de estado son cambios físicos.

En cuarto grado, al final de la lección que trata sobre cambios físicos y químicos, se pide al alumno que coloque un poco de alcohol sobre su mano y a continuación se pregunta: ¿qué pasó?, ¿a dónde habrá ido el alcohol?, ¿formó un gas ?, ¿cómo lo sabes ?. Después se afirma: "*Los cambios de estado son cambios físicos.*" (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 4º grado)..

Los cambios físicos se definen, en páginas anteriores a la descrita, de la siguiente manera: "*cuando una cosa modifica su forma, tamaño o lugar, pero la sustancia de que está hecha no se transforma en otra, decimos que ha ocurrido un cambio físico*" (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 4º grado).

De aquí se podría deducir que durante la evaporación la sustancia, por ejemplo el agua, no se transforma en otra sustancia sino que sólo cambia de forma, de tamaño o de lugar.

Es la idea de "identidad sustancial" la que sustenta la clasificación de los fenómenos en cambios físicos y cambios químicos. Si los estados inicial y final guardan una "identidad sustancial" el cambio es físico mientras que si no existe tal identidad es un cambio químico.

Para el caso de la evaporación del agua o del alcohol, que son los dos casos que se analizan en los textos del alumno, la "identidad sustancial" entre el estado inicial (alcohol o el agua líquidos) y el estado final (vapor de agua y de alcohol), se da por sentado o bien se parte del supuesto que los alumnos al comparar cada uno de los estados pueden observar que se trata de la misma sustancia que puede pasar de un estado a otro.

En resumen, el fenómeno de evaporación se explica en los textos del alumno en términos de una transformación de un estado físico a otro. Transformación que se nombra como "paso" del estado líquido al gaseoso. Se establece que la evaporación es un cambio físico pues durante éste la sustancia no se transforma en otra y puede pasar del estado líquido al gaseoso y viceversa.

El sentido que la palabra evaporación adquiere en estos textos, para el caso del agua, está atravesado básicamente por dos ideas: a) Hay una "identidad sustancial" entre el agua y el vapor, ambos son agua; las diferencias en su aspecto físico se deben a que se encuentran en dos estados físicos distintos. b) La observación directa del fenómeno y su reversibilidad permiten constatar que el agua sigue siendo agua a pesar del cambio sufrido.

b) El fenómeno de combustión

En cuarto grado se habla por vez primera del fenómeno de combustión. La ubicación de éste dentro de la lección: Cambios Físicos y Químicos señala la perspectiva desde la cuál es analizado dicho fenómeno.

La lección se estructura con base en la confrontación entre fenómenos que se reconocen como cambios físicos y aquellos que se consideran cambios químicos. Después de presentar mediante imágenes algunos cambios físicos (una casa antes, durante y después de la lluvia; la construcción de una casa

de adobe) y químicos (una manzana en diferentes momentos de maduración y la combustión de unas hojas de papel), se definen ambos términos (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 4º grado):




"Cuando una cosa modifica su forma, tamaño o lugar, pero la sustancia de que está hecho no se transforma en otra, decimos que ha ocurrido un cambio físico"


"Cuando una sustancia se transforma en otra, decimos que ha ocurrido un cambio químico".

Desde el primer enunciado que se refiere a la combustión, aparece la idea de que el material que se quema se transforma: Se presentan tres fotografías sobre la combustión de unas hojas de papel (antes, durante y después de la combustión). Al pie de la primera imagen se pregunta: *"¿ En qué se transforma el papel cuando se quema?"* (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 4º grado). Dos cosas se establecen en esta pregunta: La combustión implica una transformación y lo que se transforma es el papel. Pareciera que detrás de ésta forma de presentar la información ésta la idea de que a partir de la observación del fenómeno se puede deducir que el papel después de quemarse ya no es papel. Las preguntas al pie de las otras dos imágenes parecen confirmar esta interpretación: *"¿en qué cambió ?, ¿sirve para lo mismo después de quemado?"* (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 4º grado).

La distinción entre un cambio físico y un químico se basa en la existencia o no de una "identidad sustancial". Se considera que ésta se comprueba al ser directamente observada cuando ocurre el fenómeno. Así, se pretende que los alumnos constaten que mientras una casa es visiblemente la misma antes y después de la lluvia, una manzana es evidentemente distinta cuando esta verde que cuando está podrida.

Esta situación se repite a lo largo de la lección: Después de definir cambio físico y químico se presentan imágenes de estos dos tipos de cambios y se pide al alumno que los lleve a cabo. Estos cambios son:

-  estirar una liga y luego cortarla en pedazos
-  quemar los trozos de liga
-  encender una vela

 colocar alcohol sobre la piel

Al pie de cada imagen se hacen preguntas al alumno acerca de lo que sucedió con el material y qué tipo de cambio fue.

Para clasificar los hechos que se presentan en cambios físicos o químicos, se pretende que el alumno o lector pueda a través de la observación deducir si el material continua siendo la misma sustancia o se transformó en otra. De esta manera, debe ser evidente para cualquiera sujeto que corte una liga, que los pedazos siguen siendo liga, mientras que si los quemamos dejarán de serlo; o bien que cuando la cera se derrite sigue siendo la misma materia mientras que cuando la vela se quema la cera deja de ser cera.

Después de presentar las imágenes descritas (con excepción de la imagen sobre la evaporación del alcohol), y al pie de la fotografía de la vela encendida se afirma: "*Parte de la vela se transforma en luz, calor y humo*" "*Toda combustión es un cambio químico*" (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 4º grado).

La palabra combustión aparece por primera vez en el texto en los enunciados referentes a las indicaciones para que el alumno encienda una vela y observe lo que sucede: "*Prende la vela, observa la combustión y anota en tu cuaderno todas las transformaciones que veas*". Anteriormente se empleó la palabra "quemar" para nombrar el fenómeno. El término combustión al ocupar el lugar de la palabra "quemar" y nombrar el mismo hecho, adquiere así el significado que ésta palabra poseía.

En los enunciados donde se utiliza la palabra quemar, ésta condensa varias significaciones: la acción del fuego sobre el material; el estado final de éste (papel quemado) y la idea de que este material sufre una transformación durante la acción. Transformación que implica una no "identidad sustancial", es decir, el material original se transforma en uno distinto (es un cambio químico).

De esta manera, quemar, palabra de uso cotidiano es retomada por el discurso escolar, dentro del cuál adquiere nuevos significados que pueden sumarse o sustituir al que ésta antes poseía.

La palabra combustión al ocupar el sitio del significante quemar se asocia a las significaciones antes descritas.

La forma en que aparece la palabra combustión, no sólo sustituye y por lo tanto adquiere el significado de la palabra quemar sino que condensa además otras significaciones:

Se emplea la palabra combustión para nombrar el fenómeno de una vela encendida. Este se describe como una transformación de la vela en luz, calor y humo. La combustión implica entonces que el material sobre el que se efectúa la acción no sólo se transforme en otra sustancia sino que se señala en qué entidades se transforma. Entidades que no todas son materiales (calor y luz).

En el libro de texto de quinto grado, se dedica toda una lección a este tema, lección que lleva como título: "La combustión".

La perspectiva desde la cual se aborda el análisis del tema es muy distinta a la del grado anterior. La combustión no se asocia tanto a la idea de transformación de una sustancia en otra, sino al consumo de ciertas entidades (combustible y oxígeno) y a la producción de otras (luz, calor, agua y bióxido de carbono), durante el fenómeno.

Es interesante analizar la forma en que se define la palabra combustión: Después de un pequeño párrafo donde se relata como el hombre primitivo aprendió a usar y a producir el fuego, se afirma: "*Cuando algo se quema, decimos que hay una combustión*" (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 5º grado). De esta manera se introduce una palabra del discurso escolar a través de una palabra de uso cotidiano. En esta ocasión el sentido que la palabra combustión adquiere en esta lección, como veremos, es totalmente distinto al que la palabra quemar puede tener en el lenguaje cotidiano.

La primera parte de la lección se dedica a señalar lo que se necesita para producir fuego. Se introduce el término "combustible" mediante el enunciado: "*para producir fuego hace falta un combustible*" (ramas secas, papel, etc.), que será encendido con una "fuente de calor" y será mantenido el fuego con una corriente de aire (soplando sobre el material).

Para mostrar la necesidad del aire en la combustión se propone la realización de una experiencia donde se observa que una vela dura más tiempo encendida dentro de un frasco de mayor volumen que en uno de menor volumen, debido a que hay mayor cantidad de aire dentro del frasco.

A partir de la experiencia se afirma: *"En este experimento podemos observar que mientras mas aire haya, mas tiempo dura la combustión". "En realidad no es todo el aire el que participa en la combustión, sino sólo una parte de él. Únicamente el oxígeno del aire es el que mantiene la combustión y se consume durante ella. Por eso se apaga primero la vela que está en el frasco mas chico"* (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 5º grado)..

Detrás de este enunciado parece estar la idea de que el alumno o el lector, puede deducir de la experiencia que el aire se consume durante la combustión, por el solo hecho de ver apagarse primero la vela que esta dentro del frasco de menor volumen.

La pretensión de que el alumno o el lector constaten el consumo de oxígeno y de combustible y la producción de calor, luz, agua y bióxido de carbono, a partir de la observación del fenómeno y de la realización de ciertos experimentos, está presente durante toda la lección.

En relación al consumo del combustible, no se propone ninguna otra experiencia, parece ser que este hecho es evidente y no requiere de una comprobación adicional, es decir, al observar la combustión de cualquier material se puede constatar que éste se consume.

La producción de calor y de luz se constata mediante la percepción del fenómeno, la pregunta que se plantea así lo sugiere: *"¿ Qué percibes con la vista y con el tacto cuando algo arde?"* (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 5º grado).

Para demostrar la producción de bióxido de carbono que se define como un "gas invisible", se propone que el alumno realice la detección de éste utilizando agua de cal (ésta solución transparente se pone turbia en presencia de dicho gas).

Después de describir los experimentos y plantear algunas preguntas al respecto se concluye: *" Durante una combustión se consumen el combustible y el oxígeno, y además se producen luz, calor, agua y bióxido de carbono"* (S.E.P., 1975 , Libro del alumno de 5º grado).

De lo expresado hasta el momento quisiera resaltar los siguientes aspectos:

Las perspectivas desde las cuales se aborda el fenómeno de combustión en cuarto y quinto grado son distintas, por lo tanto, las significaciones que

adquiere la palabra combustión en cada grado difieren en algunos aspectos. Mientras en cuarto grado combustión (quemar) se asocia principalmente a una transformación de una sustancia en otra (sólo un enunciado establece que el producto de la transformación es luz, calor y humo) y se le clasifica dentro de los cambios químicos, en quinto grado no se expresa la palabra transformación, y combustión se asocia al consumo de ciertas entidades (combustible y oxígeno) y a la producción de otras, no necesariamente materiales (calor, luz, agua y bióxido de carbono).

► En ambos grados está presente la idea de constatar la transformación de una sustancia en otra (cuarto grado) o el consumo y la producción de ciertas entidades (en quinto grado) mediante la observación directa del fenómeno y/o la realización de ciertos experimentos.

► La palabra quemar es retomada del lenguaje cotidiano. Esta adquiere dentro del discurso del libro de texto otras significaciones.

► El término combustión se define en relación a la palabra quemar y adquiere las significaciones que a ésta se asocian.

Pasemos ahora a analizar las relaciones que dentro del discurso de los libros de texto, se establecen entre los fenómenos de evaporación y combustión.

c) La evaporación y la combustión dos fenómenos diferentes.

La evaporación y la combustión se presentan como dos fenómenos distintos en los libros de texto del alumno. Se considera que las diferencias son tan evidentes que ni siquiera existe la preocupación de hablar directamente sobre ellas, por ejemplo, nunca se compara al vapor con el humo, se da por supuesto que los alumnos los distinguen.

Las diferencias centrales entre ambos fenómenos que pueden inferirse del análisis de los libros de texto son:

- a) Durante la evaporación la sustancia que se transforma conserva su "identidad sustancial" mientras que en la combustión esta " identidad" se pierde.
- b) La evaporación es un cambio físico puesto que la sustancia es la misma ya sea en estado líquido o en estado gaseoso. La combustión es un

cambio químico pues una sustancia se transforma en otras entidades durante el fenómeno.

- c) De lo anterior se puede deducir que el vapor es distinto del humo: vapor es agua en estado gaseoso y el humo es una de las entidades en que se transforma el material que se quema (en cuarto grado) o que se produce durante la combustión (en quinto grado).

No hay, dentro de este discurso, punto de contacto entre los fenómenos (con excepción de que ambos implican un cambio en la materia), por el contrario, son los elementos que distinguen un fenómeno de otro los que los caracterizan.

d) El "decir del alumno" y los libros de texto.

De acuerdo con el análisis presentado en los dos capítulos anteriores, la perspectiva desde la cuál los alumnos se explican los fenómenos de evaporación y combustión es totalmente distinta a la que se presenta en los libros de texto.

Para los alumnos:

1) La combustión (los niños emplean la palabra quemar) y la evaporación son dos fenómenos similares, es decir, las significaciones a las que se asocian ambos términos son, en la mayoría de los casos analizados, sino las mismas, si muy parecidas:

- 🔹 Evaporar y quemar se asocian a una emanación de vapor/humo.
- 🔹 Evaporar y quemar significan que el material colocado sobre el fuego "desaparezca", "se acabe", es decir, deje materialmente de existir.
- 🔹 Evaporar y quemar también se asocian a la idea de que el material colocado al fuego se transforma en otra entidad materialmente distinta.

2) En la mayoría de los casos, el humo y el vapor son significantes conceptualmente equivalentes. Como mostré en capítulos anteriores, los significantes "HUMO" y "VAPOR" están asociados a las mismas significaciones. Esto se evidencia en el análisis de las expresiones de los alumnos sobre el calentamiento del agua, donde ellos emplean ambos significantes para nombran a la entidad que "sale" del agua al calentarla.

En los libros de texto:

a) Los fenómenos de combustión y evaporación son fenómenos muy diferentes, por lo que las significaciones que se asocian a cada término no sólo son distintas sino excluyentes: "identidad sustancial" / no "identidad sustancial" , cambio físico/cambio químico.

b) El "VAPOR" es un significante conceptualmente distinto a "HUMO", nombran entidades distintas: "VAPOR" se asocia a la idea de agua en estado gaseoso mientras que el "HUMO" nombra a una de las entidades que se producen en la transformación de un material cuando se quema.

Por otra parte, se parte de la idea de que el alumno puede constatar a través de la observación de los fenómenos las afirmaciones que se sustentan en el texto, por ejemplo, se pretende que los alumnos constaten que el vapor que se produce al calentar agua en una cafetera, es agua en estado gaseoso producto del cambio de estado (líquido-vapor) que sufre el agua al elevar su temperatura. Sin embargo, como se muestra en el capítulo v, en muchos casos los niños al observar el calentamiento del agua interpretan el fenómeno como una emanación de vapor y no como una transformación de agua en vapor[2].

Este análisis sobre el contenido de los libros de texto, aporta nuevos elementos que me permiten afirmar, que si bien el alumno utiliza en sus expresiones palabras que se emplean en estos libros, esto no significa que en ambos discursos se estén expresando a través de ellas los mismo sentidos. Por el contrario, los alumnos toman las palabras provenientes del discurso escolar, las despojan de sus significados y las asocian a diversas significaciones que tiene que ver con "su decir", con la perspectiva desde la cual construyen sus explicaciones sobre el mundo natural.

2. El "decir del alumno" en dos clases de Ciencias Naturales.

En un primer análisis de los registros de observación de clases, encontré que las formas de expresión del "decir del alumno", dependen, de manera importante, de las condiciones dentro de las cuáles se realice la comunicación entre maestro y alumnos. Analicé clases donde el control que el maestro tenía sobre el discurso dificultaba la expresión del "decir del alumno" y por lo tanto su análisis, mientras que en otras clases los alumnos

se expresaban con mayor libertad y me resultaba mas fácil reconstruir los sentidos que se expresaban a través de lo que ellos decían.

No es mi interés en este momento analizar las condiciones que favorecen o dificultan que la censura (endosíquica o proveniente del medio externo) que el alumno ejerce sobre "su decir" aumente o disminuya, creo que eso implica todo un trabajo de investigación. Pretendo sólo presentar, como un análisis de caso, la lectura que he realizado sobre dos registros de clase de ciencias naturales (cuarto y quinto grado), clases que, dentro del universo de registros de observación que poseo, sitúo (de manera un poco intuitiva) en un lugar intermedio, en relación a las condiciones que favorecen o dificultan la expresión más libre del "decir del alumno"[3].

Las dos clases que tomo como base para este análisis son impartidas por la misma maestra (grupos 2 y 3), tienen como antecedente una sesión de laboratorio durante la cuál los niños de cuarto año (grupo 2) han colocado diferentes materiales al fuego, ya sea directamente o a través de un tubo de ensaye, mientras que los de quinto grado (grupo 3) sólo pusieron al fuego agua, primero en un recipiente de vidrio transparente (refractario para hornear) y después en un tubo de ensaye.

Al analizar los registros de observación de clase, pude diferenciar tres momentos en la dinámica de la interacción entre la maestra y los alumnos. Caractericé cada uno de estos con base en el papel que el "decir del alumno " jugó dentro de las diversas situaciones que ocurrieron en las clases.

PRIMER MOMENTO:

Las dos clases se inician con una petición de la maestra para que los alumnos expresen qué hicieron y observaron en el laboratorio. Durante los primeros minutos de la clase los alumnos se expresan al respecto, la maestra coordina las participaciones de los niños y escribe en el pizarrón frases o palabras sobre lo que ellos dicen. Estos minutos iniciales de las clases y los registros de laboratorio de los alumnos forman parte de los materiales utilizados en el análisis presentado en los capítulos anteriores.

Como ya lo había señalado, la influencia que la maestra tiene sobre las expresiones de los alumnos, en este momento, es cualitativamente distinta a la que se puede observar en situaciones donde su intervención es más evidente y que he ubicado en el segundo y tercer momento de la clase.

Las explicaciones de los alumnos sobre lo ocurrido en el laboratorio son muy descriptivas, muy ligadas a la percepción que los alumnos tienen del fenómeno, a la imagen que se crean de lo que sucede. Por ejemplo en cuarto grado (grupo 2) se dieron los siguientes diálogos entre la maestra y algunos alumnos:

Fragmento 1

Ma: *"a ver, Oscar" (dándole la palabra)*

Oscar: *"es que ya teníamos el agua hirviendo con el jabón y Enrique le echa dos gotas de tinta, toda el agua del tubo de ensayo (Ao: se puso verde) se puso verde".*

Ao1: *"y además ya le habíamos echado una crayola verde"*

Oscar: *"y empezó hacer así como licuadora" (con el cuerpo representa el movimiento)*

La maestra interviene intentando cortar el diálogo: *"bueno, a ver" (tono de ruptura[4] , pero un alumno se apropia de la palabra:*

Ao2: *" primero el jabón estaba verde y después lo verde subió hasta arriba del tubo y estaba ahí..." (unos niños lo interrumpen)*

Varios alumnos: *hablan al mismo tiempo como articulándose con el Ao2., él no deja de hablar, las voces se entrecruzan:*

Ao2.: *"y el jabón se quedó ahí"*

Aa: *" y se empezó a ir para abajo y a llenarlo todo"*

Ao3.: *"y se empezó a hacer una capa de crayola"*

Oscar: *"y quedó como licuadora"*

Ma.: *"a ver, espérenme" (varios niños le piden la palabra y ella se la da a uno de ellos)*

Los alumnos describen con detalle lo que vieron, muchos quieren hablar, hay momentos en que se arrebatan la palabra o hablan al mismo tiempo. Su interés parece ser el de expresar lo que hicieron y lo que vieron y no en explicar el por qué de esto. De forma muy similar a la anterior describen lo

que pasó con el café, la harina, el talco, el papel, el azúcar y otros materiales que pusieron al fuego.

De esta manera, la maestra se enfrenta a una heterogeneidad de explicaciones para ella difíciles de articular. Al analizar sus acciones encuentro que, por un lado, da las condiciones para que los niños se expresen y por otro intenta conducir la discusión hacia ciertos puntos. Así, a la vez que promueve que los niños hablen, organiza las intervenciones y no explicita su opinión sobreponiéndola a la de los niños (como sucede en otros momentos), también crea otra estrategia que le permitirá posteriormente introducir ciertos sentidos en la descripción que se hace de lo sucedido en el laboratorio. La estrategia consiste en clasificar los hechos que los alumnos describen con base en las condiciones en que se realizaron: el material colocado directamente al fuego o indirectamente a través del tubo de ensaye. Para ello la maestra divide, desde el inicio de la discusión, el pizarrón en dos: en un lado escribe lo que los alumnos expresan sobre lo sucedido con el material colocado directamente al fuego y del otro lado lo que sucede cuando se coloca el material de manera indirecta. Durante algunos minutos no explicita a los alumnos lo que hace, pero poco después pide a los niños que expresen las condiciones en que realizaron la experiencia para poder escribir lo que dicen en un lado u otro del pizarrón.

Este proceder de la maestra no influye , de manera importante, sobre las expresiones de los alumnos que ocurren en este momento de la clase. Cuando la maestra pregunta sobre las condiciones de realización de la experiencia, ellos se limitan a responder y continúan sus explicaciones sin modificar el sentido de éstas. Por ejemplo:

Fragmento 2

Aa: *"luego pusimos café y nosotros pensamos que se iba a hacer café líquido..."(la maestra interrumpe)*

Ma.: *"Café (tono fuerte) ¿cómo lo pusiste el café? ¿en tubito?"*

Aa: *"si"*

Ma.: *¿aquí? (señala el lado correspondiente del pizarrón, escribe e invita a la niña a que continúe hablado) ¡Aja!*

Aa.: " y nosotros pensamos que se iba a hacer líquido y empezó a salir humo por todas partes"

Como se puede observar la interrupción de la maestra no modifica sustancialmente el sentido de la explicación de la niña. La segunda intervención retoma y completa a la primera.

En estos primeros minutos de la clase de cuarto grado (10 min. aprox.), en las expresiones de los niños se manifiesta el "decir del alumno". Las descripciones de los alumnos son el tema de la discusión, los niños comentan entre ellos sobre lo sucedido, complementan o aclaran lo que un compañero expresa ante el grupo, se arrebatan la palabra, hablan al mismo tiempo, etc. La maestra está dentro de la dinámica pero no la tiene en sus manos, ni en cuanto al contenido que se está abordando, ni en cuanto a las acciones que se llevan a cabo. Por ejemplo, en varias ocasiones la maestra intenta "cortar" la discusión y marcar el rumbo que ésta debe seguir. Los alumnos, al término de la intervención de la maestra, retoman la palabra sin que el "corte" surta efecto.

De esta manera, en este grupo, el primer momento se caracteriza por la expresión "mas o menos libre" del "decir del alumno", es decir, en las explicaciones de los niños se manifiestan de manera bastante clara los sentidos que provienen de su subjetividad[5].

En el grupo de quinto grado (grupo 3) la situación es un poco distinta. En los primeros cinco minutos de la clase (aprox.), los alumnos expresan lo que creen que sucedió con el agua al calentarla, sus explicaciones son, como en el caso anterior, muy descriptivas y ligadas a la imagen que se hacen del fenómeno. Por ejemplo, un alumno expresa:

Ao.: "estaba burbujeando, de repente cuando se empezó a calentar mucho salieron burbujas pequeñas y luego se hicieron grandes, se empezó a empañar el vidrio y luego toda la superficie..."

Sin embargo, hubo situaciones donde la maestra o los propios alumnos manifestaban sutil o directamente su desacuerdo, cuando algún niño expresaba alguna palabra o idea con la cuál no estaban de acuerdo. Es interesante señalar que esto ocurrió en el momento que por primera vez se mencionó la palabra "HUMO". Analicemos el suceso:

Fragmento 3

Casi al inicio de la clase un niño expresa:

Ao.: " *lo primero es que salía poco humo y luego salían burbujas pequeñas y luego grandes, se estaba saliendo el agua con mucho humo y luego...*"

De inmediato varios alumnos hacen exclamaciones de desaprobación. Algunos comentarios que se rescatan del murmullo son:

Ao.: "¿ humo ?" (con incredulidad)

Ao.: "se llama vapor"

Ao.: "¿humo? ¿humo?"

De lo anterior se podría deducir que los alumnos diferencian el humo del vapor. Sin embargo, al analizar las expresiones que se producen después de la situación descrita, encuentro que las palabras "VAPOR" y "evaporar" están asociadas a las mismas significaciones, que los niños asocian a dichas palabras en las expresiones analizadas en los capítulos dos y tres (para el caso del calentamiento del agua). Por ejemplo, poco después de la situación descrita los alumnos expresan:

Fragmento 4

Aa.: " *...más poca agua se calentaba más y el agua como..(titubea) como era un tubo grande iba volviendo y se iba consumiendo el agua hasta que ya después de un rato se acabó*"

Ao.: " *...porque primero estaba muy caliente de tanto...porque a nosotros se nos apagó el fuego donde teníamos el tubo de ensaye, entonces cuando se apagó vimos que como que empezó a salir mas vapor, porque ya estaba...pero ya no hacía tanto calor ahí donde lo teníamos y empezó a salir mas vapor*"

Aa: " *...se evapora y se consume, se acaba toda el agua y ponemos el tubo en la lumbre y se acabó el agua y siguió saliendo vapor.*"

Si bien en ninguna de ellas se menciona la palabra humo, la significación que en la segunda y tercera expresión adquiere la palabra "VAPOR" nos refiere a una emanación más que a una transformación de agua en vapor.

Esto es más evidente en la tercera expresión donde los alumnos explican que el vapor siguió saliendo a pesar de ya no haber agua. En la primera expresión, el fenómeno de evaporación no se explica en términos de una transformación de líquido a gas sino que el agua al calentarse "se acaba", es decir, deja materialmente de existir.

El hecho de que los niños no vuelven a utilizar la palabra "HUMO" después de la situación descrita, no significa que esto se deba a que distinguen conceptualmente ambos signos, sino que puede interpretarse como una sustitución significativa, mediante un proceso metafórico como los descritos en los capítulos V y VI: el significante "HUMO" es reprimido y sustituido por la palabra vapor, que al ser enunciada por los alumnos expresa las significaciones que precisamente están asociadas a la palabra "HUMO".

La oposición de la maestra o de los propios alumnos al empleo de la palabra "HUMO" lleva a que dicha palabra no vuelva a utilizarse por los alumnos, sin embargo, estas acciones, que de alguna manera son coercitivas, no impidieron que los alumnos expresaran, con cierta libertad, sus explicaciones sobre lo ocurrido en el laboratorio. De tal manera, que también en quinto grado encontramos en los primeros minutos de la clase (5 min. aprox.) expresiones donde el contenido manifiesto permite ver con bastante claridad el "decir del alumno".

SEGUNDO MOMENTO.

Ubico el inicio de este momento cuando la maestra imprime un "corte" y éste tiene efecto, por vez primera, en el rumbo que toma la discusión. Por ejemplo, en el grupo de cuarto grado, la maestra interrumpe y modifica la dinámica que se venía dando desde el inicio de la clase con la siguiente intervención:

Fragmento 5

Ma.; *Bien, (tono de ruptura), vamos a ver de todos estos ejemplos que me dieron, fíjense bien, tenemos con que...tenemos burbujas, tenemos vapor, ¿sí?, vamos a ver esas palabras, burbujas, vapor (una alumna repite al mismo tiempo que la maestra: vapor),tenemos líquido, tenemos agua (algunos Aos. dicen: humo) estamos hablando...¿humo?, ¿sí? (algunos alumnos dicen: si), tenemos humo también, estamos hablando de algo que pusieron líquido en el tubo de ensayo, ¿verdad?. bien, tenemos duro, tenemos agua, son las palabras que salen mucho, miren*

aquí tenemos agua (señala y subraya las palabras que menciona en el pizarrón), agua, vapor, burbujas, líquido. Bien, (tono de ruptura) qué relación va a tener eso con el experimento que hicieron con las cosas líquidas, ¿quién me puede decir ?

La maestra ante la diversidad de explicaciones dadas por los alumnos intenta organizar la discusión. Con la intervención descrita selecciona una serie de palabras a partir de aquellas que antes ella misma había escrito en el pizarrón. Esta selección nos habla de la perspectiva desde la cuál la maestra se explica los fenómenos que ocurren cuando un material se pone al fuego. Así, el hecho de mencionar las palabras: burbujas, vapor, líquido, y agua, y por lo tanto distinguirlas del resto, me hace suponer que la maestra intenta introducir una primera clasificación: materiales que se evaporan (los líquidos, específicamente el agua) y materiales que se queman. Un dato que apoya esta interpretación es la reacción de la maestra ante la intervención de los alumnos que nombran la palabra "HUMO" en el momento en que ella menciona las palabras señaladas anteriormente. De inmediato muestra su desacuerdo al preguntar "*¿Humo? ¿sí?*". Si bien, después parece aceptar que dicha palabra también está presente ("*tenemos humo también*"), de manera sutil expresa que el humo no tiene relación con las otras palabras seleccionadas por ella y por lo tanto, insinúa que tampoco tiene que ver con los líquidos que se calientan: "*...estamos hablando de algo que pusieron líquido en el tubo de ensaye ¿verdad?...*". La pregunta que plantea al final parece confirmar esta interpretación: "*¿qué relación va a tener eso (las palabras seleccionadas) con el experimento que hicieron con las cosas líquidas?*".

Por otra parte, la maestra no explicita las razones de su selección, sino que las oculta atrás del falso argumento de que son las palabras que más aparecen. Por ejemplo, los niños mencionan sólo en dos ocasiones la palabra líquido y ésta sólo aparece escrita una vez en el pizarrón, sin embargo, es una de las palabras que la maestra selecciona.

Con esta intervención la maestra rompe la dinámica que se venía dando, las expresiones de los niños que se producen después de dicha intervención son muy distintas a las que la precedieron. Resulta muy interesante analizar con cierto detalle las expresiones de los alumnos que ocurren inmediatamente después de lo dicho por la maestra:

Fragmento 6

La mayoría de los alumnos ve a la maestra mientras ella habla. Después de que plantea la pregunta final un niño toma la palabra:

Ao.: *que todo eso se va a mezclar*

Ma.: *¿mande?*

Ao.: *que todo se va a mezclar (lo dice con un volumen de voz menor a la primera vez, percibo como que se inhibe)*

Ma.: *¿que todo se va a mezclar?*

Ao.: *bueno, no*

Ma.: *se ríe (forzado), no, a ver, ¿quién me puede explicar?*

Por unos segundos nadie habla, me parece que los alumnos no han entendido lo que la maestra quiere. Una alumna pregunta:

Aa.: *¿cómo?*

Ma.: *Si, aquí tenemos burbujas...(un alumno interviene al mismo tiempo)*

Ao.- *¿el agua produce todo eso?*

La maestra a pesar de que está hablando al mismo tiempo que el chico, lo escucha, interrumpe lo que ella quería expresar y pide al niño que repita lo que dijo.

Lo primero que aparece al analizar este fragmento de registro, es la confusión de los niños ante las intervenciones de la maestra. Ellos no entienden lo que la maestra quiere y no comprenden su pregunta. Las respuestas de los niños así lo muestran, el primer diálogo entre un alumno y la maestra evidencia esta disparidad en las perspectivas: El alumno relaciona las palabras vapor, agua, líquido y burbujas a partir de la imagen que tiene del fenómeno y expresa que todo se mezcla (esta imagen del fenómeno en la cuál los materiales que colocaron en el tubo de ensaye se mezclan o ebulen al ponerlos al fuego, se manifiesta en diferentes expresiones de los alumnos, una de ella parece evidenciarlo: "y quedó como licuadora"), mientras que la maestra relaciona las mismas palabras a partir de su conexión con el fenómeno de evaporación.

Ante esta situación, la maestra, mediante pregunta y actitudes expresa su desacuerdo con lo dicho por el alumno, para finalmente decir expresamente que ese no es el rumbo por el que quiere que transite la discusión.

Esta situación muestra también la ambivalencia en la que se encuentra la maestra. Por un lado no quiere expresar claramente su opinión sobre el punto de discusión para que los alumnos expresen lo que piensan [6], pero por otro lado busca que los niños encaminen sus explicaciones hacia las concepciones que ella tiene de los fenómenos.

Los alumnos no pueden captar las relaciones que la maestra de manera oculta establece entre las palabras seleccionadas, no sólo por la falta de claridad de la maestra, sino porque la perspectiva desde la cual ellos estaban construyendo sus explicaciones momentos antes, no sólo difiere sino que es contraria a la que está detrás de la pregunta de la maestra: mientras la maestra clasifica los fenómenos en evaporación y combustión, y por lo tanto diferencia humo de vapor y establece una relación entre agua, vapor, burbujas y líquido, los alumnos dirigen su atención a la descripción detallada de lo ocurrido, no diferencian los fenómenos donde ocurre una evaporación de aquellos donde se produce una combustión, y se explican ambos, en la mayoría de los casos, como una emanación de Vapor y/o humo.

Los alumnos intentan encontrar la respuesta que la maestra está pidiendo y la maestra intenta que los alumnos la encuentren. Esto genera una serie de intercambios verbales durante los cuales la maestra da "pistas" a los niños y ellos intentan encontrarles el sentido y dar la respuesta que la maestra espera. El siguiente fragmento muestra este tipo de dinámica (lo que se describe ocurrió inmediatamente después del fragmento presentado anteriormente):

Fragmento 7

Ao.: *¿el agua produce todo eso?*

La maestra a pesar de que está hablando al mismo tiempo que el chico, lo escucha, interrumpe lo que ella quería expresar y pide al niño que repita lo que dijo.

Ma.: *¿cómo mi hijo?*

Ao.: *el agua produce eso (su tono es de pregunta, no de afirmación)*

Ma.: *el agua produce (remarca la última palabra)*

Ao.: *Bueno...*

Otra niña toma la palabra:

Aa.: *el agua produce líquido*

Durante el diálogo anterior interviene un alumno a la vez y casi no se escucha murmullo. En este momento varios niños intervienen al mismo tiempo intentando responder a la maestra y se produce un murmullo, lo que logro captar es lo siguiente:

Aa.: *causa eso por el calor*

Ao.: *se vuelve, se vuelve*

Ao.: *pero, Paty, Paty*

La maestra escucha una expresión que le permite introducir en la discusión ciertos sentidos, sentidos que tienen que ver con su explicación sobre los fenómenos de evaporación y combustión. El niño dice: "*¿el agua produce eso?*", la maestra da un status ante el grupo a lo que el niño dice, al interrumpir ella misma lo que iba a decir, al pedir al niño que lo repita y al repetirlo ella. La maestra remarca con el tono de voz, la palabra produce. Esto da "pistas" a los niños, quienes se expresan alrededor de este significativo, ya sea buscando significaciones cercanas a éste (Aa: "*causa eso por el calor*") o completando la idea de su compañero ("*el agua produce líquido*"). Es interesante observar como los niños modifican sólo una parte de la expresión que la maestra retomó, así, "eso" se cambia por "líquido" (palabra que la maestra seleccionó de las escritas en el pizarrón), "produce" se cambia por "causa".

Los alumnos parecen encontrar el sentido de las "pistas" de la maestra, un indicio de esto es el cambio en la participación de los niños, mientras había confusión el grupo estaba en silencio, los niños intervenían de uno en uno, son pocos los que lo hacen, y sus actitudes muestran cierta inseguridad (por ejemplo se expresan con preguntas). Cuando la confusión disminuye varios alumnos intervienen al mismo tiempo, se produce un murmullo fuerte y sus intervenciones son afirmaciones y no preguntas.

No es mi intención profundizar en este análisis, sólo pretendo mostrar cómo introduce la maestra ciertos sentidos que orientan la discusión hacia

determinados puntos, sentidos que tiene que ver con las explicaciones que la maestra tiene de los fenómenos de combustión y evaporación y que son distintos a los sentidos que, en este caso, constituyen el "decir del alumno" como mostré en los capítulos anteriores.

De esta manera, en este segundo momento de la clase se transita de la confusión, producto del corte que la maestra establece, a cierto entendimiento por parte de los alumnos, del rumbo que la maestra quiere que tome la discusión.

TERCER MOMENTO:

Durante este tercer momento, en los dos grupos, la maestra, a través de sus intervenciones, "introduce" más claramente aquellos sentidos que tienen que ver con la lectura que hace de los fenómenos de evaporación y combustión. En los intercambios verbales entre maestra y alumnos se puede observar tanto la expresión del "decir del alumno" como de los sentidos que intenta introducir la maestra.

Es mediante los intercambios verbales con los alumnos que la maestra introduce ciertas explicaciones, rechaza o acepta otras y por lo tanto orienta la discusión en la dirección que ella desea.

Al analizar las expresiones de la maestra en los dos grupos, encuentro que tres ideas son las que parecen articular sus intervenciones:

- a) El vapor es producto de la evaporación (es agua en estado gaseoso) mientras que el humo es producto de la combustión.
- b) La evaporación es distinta a la combustión. La primera se produce al calentar un líquido, la segunda al colocar directamente al fuego ciertos materiales sólidos.
- c) La evaporación es un cambio físico mientras que la combustión es un cambio químico.

La maestra no explicita estas ideas frente al grupo, no expone su opinión a los alumnos, sino que es en el diálogo con ellos como las introduce a la discusión. Para ello pone en juego diferentes estrategias. Por ejemplo, para diferenciar el humo del vapor:

En cuarto grado:

Fragmento 8

Ma.: *Ella dice que causa...que el calor le causa eso al agua (Aa.: aja) ¿si? que le causa eso al agua, o sea que le causa ¿qué? ¿burbujas?...si*

Algunos alumnos dicen: *vapor*

Ma.: *vapor, (la maestra escribe en el pizarrón)*

Ao.: *burbujas*

Aa.: *porque ya empezaba a hervir y se salió*

Ma.: *Burbujas (escribe en el pizarrón)*

Aa.: *humo*

Ma.: *¿humo? ¿si?*

Ao.: *no*

Ma.: *¿causa humo?*

Varios alumnos al mismo tiempo: *no,*

otro niño dice: *Ya, ya está acá abajo (se refiere a que ya esta anotado en el pizarrón)*

Varios niños dicen: *vapor, vapor*

Ma.: *a ver*

Aa.: *sería vapor, sería vapor*

Ma.: *¿por qué vapor mi hija?*

Aa.: *porque la...(titubea)...(otra alumna en este momento dice: se está evaporando. la niña deforma su voz de tal manera que a mi me significa: pero si es muy obvio), porque, porque, cuando se evapora empieza a salir el vapor de...(la maestra la interrumpe)*

Ma.: *cuando se evapora empieza a salir*

Otra alumna toma la palabra: *cuando empieza a hervir se empieza a evaporar el agua (Ma.: aja) hasta cuando no haya porque ya se evaporó toda.*

La maestra retoma la explicación de una niña; *"causa eso por el calor"* y en su intervención proporciona nuevas "pistas" al preguntar *"¿qué causa?"* y nombrar una de las palabras que había seleccionado de las escritas en el pizarrón (burbujas). Los alumnos nombran algunas de las palabras seleccionadas (vapor, burbujas), pero también mencionan "HUMO". La maestra que había aprobado la expresión de burbujas y vapor, repitiéndolas e incluso escribiéndolas nuevamente en el pizarrón, cuestiona la expresión de la palabra "HUMO" a través de una pregunta cuyo sentido es poner en duda lo expresado por el alumno: *"¿humo? ¿sí?"*. De inmediato el alumno capta el mensaje y dice "no", la maestra insiste *"¿causa humo?"*, y logra su objetivo, ahora son varios alumnos los que se pronuncian en desacuerdo y algunos otros mencionan la palabra "adecuada": vapor. Esta estrategia que consiste en cuestionar mediante actitudes o intervenciones que ponen en duda lo que un alumno dice, sin expresar directamente las ideas que están detrás del cuestionamiento, la encuentro frecuentemente a lo largo de este tercer momento de la clase.

Lo interesante de esta situación es observar que a pesar de que los alumnos expresan que es vapor y no humo, las expresiones que ocurren inmediatamente después muestran que los niños no diferencian el vapor del humo. Las significaciones que adquieren las palabras "VAPOR" y "EVAPORAR" en estas expresiones son las mismas que encontré en el análisis presentado en los capítulos V y VI: "VAPOR" como una entidad que emana del material que se coloca en contacto con el fuego y "evaporar" asociada a la idea de que el agua deja materialmente de existir. Como vemos, el "decir del alumno" está presente en estos diálogos.

Por otra parte, es importante señalar que es en esta situación donde aparece por vez primera la palabra evaporación (en esta clase de cuarto grado). Situación que difiere, en relación con el tipo de intervención de la maestra, de aquellas que ocurrieron durante el primer momento de la clase. Cuando la maestra pregunta ¿por qué vapor? (y no humo), plantea una cuestión que la niña muy posiblemente no se había preguntado pues la distinción humo-vapor no tiene sentido dentro de la perspectiva de los alumnos. Por otra parte, la niña no tiene elementos para diferenciar el humo del vapor, puesto que no concibe la evaporación como cambio de estado y por lo tanto

no considera que el vapor es agua en estado gaseoso, lo que le permitiría distinguirlo del humo. Es otra alumna la que interviene y nombra el término evaporar, mismo que es asociado por la primera niña a la idea de emanación, ella dice: "...se evapora empieza a salir vapor...". Es un niño quien establece una diferencia entre el humo y el vapor:

Fragmento 9

Ao.: *también porque el vapor está formado por el agua, el agua hirviendo, y el humo es por químicos*

Ma.: *Bien (tono de aprobación), entonces tenemos con que el humo entonces no pertenece al vapor (algunos alumnos dicen: Nooo), entonces ¿a dónde pertenece?*

Algunos alumnos dicen al mismo tiempo: *a los químicos*

Ante la distinción que la maestra establece entre humo y vapor, y el requerimiento de que sean los alumnos quienes señalen las razones de esta distinción, el niño se ve en la necesidad de crear una explicación al respecto. En la expresión del niño, el vapor no es agua en estado gaseoso sino "agua hirviendo" mientras que el humo está formado por "químicos". No es posible analizar aquí, cómo las razones que el niño expresa se relacionan con "su decir", con la perspectiva desde la cual construye sus explicaciones sobre los fenómenos de evaporación y combustión, esto implicaría analizar las significaciones que los alumnos asocian a la palabra "químicos" lo que desviaría el punto de discusión. Me limitaré a señalar que las razones que el niño argumenta para distinguir el humo del vapor, no concuerdan con las que la maestra intenta introducir en la discusión.

Sin embargo, la maestra aprueba que el niño distinga entre humo y vapor y no expresa por el momento ningún desacuerdo al respecto. Aprovecha lo que el niño dijo para afirmar que el vapor y el humo no tienen nada que ver.

Una vez afirmado que el humo y el vapor son entidades distintas la maestra interviene para establecer nuevas relaciones: quemar-humo-fuego directo y evaporar-vapor-fuego indirecto. Lo hace a través de preguntas, de manera similar a la descrita anteriormente. las preguntas son:

Fragmento 10

Ma: *pero, ¿ a qué hora vamos a ver el humo? ¿en qué momento vemos el humo? (los niños responden que cuando algo se quema y mencionan la madera, la plastilina, una manguera etc.)*

Ma.: *A ver niños, entonces ya tenemos que es diferente el vapor con el humo, ¿sí?, su compañero está diciendo que es por cosa química, entonces qué diferencia tenemos entre...qué diferencia tenemos entre esto (señala un lado del pizarrón) y esto (señala el otro lado del pizarrón). (los niños contestan que a fuego directo el material se quema mientras que dentro del tubo no se quema).*

Los niños captan las relaciones que introduce la maestra. Incluso pueden releer lo que sucedió en el laboratorio a partir de ellas. Así, señalan que un papel colocado a fuego directo se quema mientras que dentro del tubo de ensaye sólo se "pone negro", o que un gis a fuego directo se quemó y "salió" humo, suceso que nunca ocurrió pero que tanto maestra como alumnos reconstruyen a partir de las relaciones establecidas. (el gis no se quema ni produce humo, los niños en su registro de laboratorio sólo señalan que "se está cociendo" y "se volvió pegajoso").

Los alumnos con base en la distinción entre humo-vapor y en las relaciones entre quemar-fuego directo-humo y evaporar-fuego indirecto-vapor, que introduce la maestra, discuten entre ellos la distinción entre humo-vapor que un compañero había establecido momentos antes. Algunos diálogos son:

Fragmento 11

Ao1.: *"pero la diferencia entre el vapor y el humo, no sólo es que el humo es de cosas químicas, cuando le prendemos fuego al pasto, el pasto no es químico y sale humo."*

Ao2.: *¿por qué sale humo?*

Ao.3.: *porque se quema*

Aa.: *si tienen un pedazo de paja y le prenden fuego se incendia*

Ao.4: *se puede poner negro o se puede poner de otro color*

Ao.5: *no se quema*

Ao1.: *tendría que ser con fuego directo, por eso cuando hacen quemazones de pasto sale tanto humo.*

Como se puede observar, los alumnos retoman los sentidos que la maestra introduce y se apoyan en ellos para cuestionar la explicación dada por algunos de sus compañeros en la que distinguen el humo del vapor porque el primero es "químico"[7] y el otro no.

En quinto grado

La situación en este grado es un poco distinta. Como ya lo mencioné anteriormente, son los mismos alumnos los que desde el inicio de la clase señalan que es vapor y no humo lo que "sale" del agua cuando se calienta. Sin embargo, es importante señalar que en los registros de laboratorio hay un buen número de expresiones en las que aparece la palabra humo.

La maestra introduce directamente el problema:

Fragmento 12

Ma.: *Bien (tono de ruptura) yo estuve leyendo sus registros y en muchos registros encontré que usaban la palabra humo y otros usaban la palabra vapor.*

Al mismo tiempo varios niños intervienen, dentro del murmullo distingo los siguientes comentarios:

Aos.: *Es vapor.*

Aos.: *Era vapor.*

Ma.: *Los niños que usaron la palabra humo yo quiero que me expliquen por qué humo.*

Se produce un murmullo fuerte, parece que los niños saben quienes son los alumnos que usaron el término humo y yo leo por el ambiente difícilmente descriptible en palabras que hay una reprobación sutil. Varios alumnos dicen nombres.

Aos.: *Agustín.*

Aos.: *Gustavo.*

Ao.: *Agustín, ¿por qué humo?*

Ma.: *A ver hijo (refiriéndose a uno de ellos quien se ve forzado a hablar)*

Agustín (o Gustavo): *... es vapor nada más que yo me equivoqué y puse humo.*

Ao.: *¡Ah! ¡ah!*

Es interesante ver como un significante que proviene del "decir del alumno" es rechazado por los propios alumnos y juzgado como una equivocación por aquel que lo expresó.

La maestra aprovecha esta situación para dar por sentado que humo y vapor son dos cosas distintas y pedir entonces que se señalen las razones de esta distinción.

Fragmento 13

Ma. Qué diferencia hay entre una cosa y otra.

Ao. Yo, yo.

Varios alumnos piden la palabra, otros hacen comentarios como murmullo, la maestra da la palabra a un niño:

Ma.: *A ver hijo.*

Ao.: *El humo es gasolina... gasolina quemada.*

Varios alumnos comentan. De entre el murmullo distingo los siguientes comentarios:

Aa.: *Es lo mismo.*

Aa.: *sustancia química.*

Ao.: *O el aceite.*

Un alumno toma la palabra: *El humo sale cuando un objeto se está quemando y el vapor sube cuando el agua está hirviendo.*

Se escuchan comentarios en murmullo.

Ma.: *Bien, (tono de ruptura)...*

Los alumnos aceptan la distinción, ahora parten de ella y dirigen su atención a buscar razones que la justifiquen. la distinción entre el humo y el vapor,

que desde la perspectiva de la maestra tiene una razón de ser, no tiene sentido desde la perspectiva de los alumnos y ellos tienen que crear argumentos para justificarla sin saber bien porque. Es necesario que crean en la distinción entre humo-vapor aunque en el fondo contradiga "su decir", sólo así se entiende su búsqueda de razones que la justifiquen. No es motivo de este trabajo analizar el por qué de estos hechos, me interesa sólo señalarlos.

Las razones que el niño sostiene están basadas en la diferencia entre la combustión y la evaporación, en tanto acciones, es decir, el vapor es diferente del humo no porque el primero sea agua en estado gaseoso y el segundo gases y partículas producto de la combustión, sino porque el vapor emana del agua cuando se calienta y el humo de un objeto cuando se quema. Parece que el niño establece una diferencia entre quemar y hervir y es en la relación quemar-humo y hervir-vapor donde se explica la diferencia humo-vapor.

En quinto grado no vuelve a tocarse este punto en el resto de la clase, parecería que la distinción es aceptada por el grupo aunque esto no es posible saberlo a partir de los datos que poseo. Sin embargo, quisiera describir el último diálogo al respecto entre un alumno y la maestra, que por cierto es con el que finaliza la clase:

Fragmento 14

Ma.: *No hay ninguna pregunta (varios Aos: no) bueno terminamos.*

Ao.: *Entonces borra (del pizarrón) la palabra humo.*

Ma.: *¡Ah! la palabra humo no existe aquí (la señala en el pizarrón)*

Algunos Aos.: *No.*

Ao.: *Quitarla.*

La maestra la borra y dice: *Bien, me regresan mis registros por favor.*

Se ha borrado el significante "HUMO" pero es necesario preguntarse si las significaciones que estaban asociadas a él también han sido eliminadas o éstas permanecen ocultas y se expresan mediante procesos metafóricos a través de otro significante: "VAPOR". Significante que es aceptado sin

problemas en los diálogos con la maestra, significativo que a fin de cuentas puede ser sólo un disfraz.

Los alumnos en los dos grupos analizados, parecen aceptar la distinción entre humo-vapor que introduce la maestra. Incluso buscan razones para justificarla, ¿significa esto que los niños modifican la perspectiva desde la cual se explican los fenómenos? ¿las significaciones que al inicio de la clase asocian a los términos vapor y humo han sido sustituidos por aquellas que la maestra propone? . Antes de intentar encontrar algunos elementos de respuesta, veamos lo que ocurrió en relación con los conceptos evaporar-quemar.

En cuarto grado después de los diálogos donde la maestra introduce las relaciones: quemar-fuego directo-humo y evaporar-fuego indirecto-vapor, la maestra intenta, mediante estrategias muy similares a las ya descritas, introducir la idea de que la combustión es un cambio químico durante el cual el objeto que se quema se transforma en cenizas y humo.

Las intervenciones de la maestra son mas determinantes y aunque las plantea en forma de preguntas la influencia que tienen sobre las expresiones de los alumnos son muy evidentes, veamos los siguientes diálogos:

Fragmento 15

Un niño explica lo que pasó cuando colocó papel dentro del tubo de ensaye y lo puso sobre el fuego, señala que no salió fuego, que el papel "se desintegró" y se puso negro. La primera intervención de la maestra se refiere a esta descripción.

Ma.: *y cuando...nada más esto fue lo que pasó,(Ao.: aja), no se vio otra cosa (Ao.; no) y cuando lo quemaste si se vio (Ao.: si, pues si)*

Ao.: *se vio humo*

Ma.: *¿nada mas ? (su tono de voz es fuerte)*

Ao.: *se vio fuego*

Ma.: *¿nada más ? (mismo tono)*

Ao.: *y el fuego*

Ma.: *se vio el humo y siguió el mismo papelito (Ao.: si)*

Ma.: *¿sí? (poniendo en duda lo dicho por el niño)*

Aa.: *no, se hizo cenizas*

Durante este diálogo con el alumno, la maestra intenta que el niño exprese que el papel después de quemarse ya no es papel sino que se ha transformado en cenizas y humo. La maestra con sus preguntas presiona al alumno para que diga lo que ella espera, el niño no puede hacerlo pues si bien parece haber captado la distinción entre humo-vapor, no se explica el fenómeno de combustión como una transformación química y si bien el papel "se pone negro" esto no significa que ya no sea papel. Es otra alumna la que da la respuesta esperada, la maestra retoma la idea y la plantea al grupo preguntando además sobre el proceso que ocurre, los diálogos son:

Fragmento 16

Ma.: *qué se hizo, se hizo cenizas y que le pasó entonces ahí*

Ao.: *pues...(se queda callado)*

Ma.: *qué le pasó ahí a la (un alumno interrumpe)*

Ao.: *se desintegró*

Ma.: *¿se desintegró?*

Después de esta intervención de la maestra se produce de nuevo un murmullo, varios alumnos hablan al mismo tiempo, uno de ellos le pide a la maestra que vuelva a repetir la pregunta, cuando la maestra la vuelve a plantear el murmullo disminuye y luego se vuelve a producir cuando varios alumnos intervienen para responderla. los diálogos son:

Ao.: *maestra, me puede decir la pregunta*

Ma.: *Qué, qué le pasó, a ver a la hora que era papelito y pasó a ceniza, ¿qué pasó ahí?*

Aa.: *con el calor se...(no entiendo lo último que dice)*

Ao.: *se empezó a hacer chiquito*

Ma.: *se empezó a hacer chiquito pero...(durante unos segundos nadie habla) ¿era el mismo papelito?*

Ao.; *no*

Durante algunos segundos nadie habla. La maestra vuelve a preguntar:

Ma.: *¿qué le pasó?*

Ao.: *se hizo carbón (en voz muy baja), se hizo cenizas*

Ma.; *se hizo carbón, se hizo cenizas, pero ¿qué le pasó al papel?*

Aa.: *se puso negro*

Ningún otro niño interviene, solo uno que otro comenta en voz baja con sus compañeros. La maestra vuelve a preguntar.

Ma.; *¿qué le pasó al papel?*

Aa.: *se quemó*

Ma.: *ya lo sé que se quemó*

Aa.: *se empezó a hacer chiquito y empezó a hacer figuritas*

Aa.; *se desintegró*

Ma.: *se desintegró, ¿qué es desintegrar ?*

Ao.: *que se deshace de su forma*

Después de esta intervención el murmullo aparece de nuevo, pues durante la dinámica anterior había desaparecido. Varios alumnos intervienen casi al mismo tiempo. Lo que logro rescatar es lo siguiente:

Ao.: *No, no*

Aa.: *desaparece*

En estos diálogos aparece con claridad la intención de la maestra de introducir la idea de cambio químico, es decir, de que el papel se transforma en otras entidades, específicamente en cenizas y humo y por lo tanto deja de ser papel. Ella ejerce presión sobre los alumnos para que se expresen en esa dirección, sin embargo, los alumnos tienen dificultades para hacerlo dada la perspectiva desde la cual se explican el fenómeno de combustión.

Si analizamos las expresiones de los alumnos, encontramos que la palabra "quemar" se asocia a la idea de : "ponerse negro", "hacerse cenizas o carbón", "desintegrarse" o "desaparecer". Sentidos que también encontramos en el análisis de las expresiones que ocurrieron en el primer momento de la clase.

La maestra no obtiene los resultados esperados y recurre a la comparación de los dos fenómenos a partir de la clasificación que introdujo desde el inicio de la clase: Fuego indirecto-fuego directo que implica quemar-evaporar y vapor-humo. esto lleva a discutir qué es evaporar, los diálogos son:

Fragmento 17

Ma: *si el agua se evapora, pero yo quiero que me digan al evaporarse ¿qué es eso?*

Varios alumnos dicen al mismo tiempo y con tono que me significa que es obvio: *Vapor*

Ma.: *¿qué es el vapor?*

Varios alumnos intervienen al mismo tiempo, el murmullo que se produce es fuerte, lo que logro rescatar es:

Aa.: *agua*

Ao.: *agua caliente*

Ao.: *agua en estado gaseoso*

Ao.: *agua nada mas*

Ao.: *agua calentada*

Ma.: *Agua, ¿si estamos de acuerdo? (mientras habla anota en el pizarrón.)*

Varios alumnos dicen al mismo tiempo: *si*

El murmullo disminuyó casi por completo.

Ma.: *a ver allá, ¿qué pasa?. A ver, su compañero dice que el vapor es agua en estado gaseoso ¿están de acuerdo ?*

Varios alumnos a coro: *si*

La maestra escribe en el pizarrón, cuando termina se voltea hacia el grupo y dice: *explícanos por favor, explícanos cómo es eso del agua en estado gaseoso*

Ao.: *porque el agua tiene tres diferentes estados, sólido cuando es hielo, líquido cuando nosotros la tomamos y gaseoso cuando sube (no entiendo la última palabra que dice, me parece que dice al aire).*

Otro alumno toma la palabra: *cuando nosotros la calentamos ya se evapora*

Aa.: *y el vapor es el estado gaseoso del agua*

Ma.; *entonces sigue siendo agua*

Aa.; *si*

El análisis de las expresiones de los alumnos que se describen, aparentemente muestra que los niños asocian a la palabra vapor la idea de agua en estado gaseoso, significación que aparece hasta este momento y que la maestra nunca explicitó. Además incorporan a sus explicaciones los términos de estado físico ubicando en esta clasificación el agua, el hielo y el vapor. Por otra parte se manifiestan de acuerdo con la maestra de que el vapor sigue siendo agua, ¿cómo explicarnos esto? ¿cómo de un momento a otro los alumnos pasan de una perspectiva de explicación a otra?

Para aumentar nuestro asombro después de los diálogos descritos los alumnos explican con detalle a la maestra el ciclo del agua. Lo que una niña señala basta como muestra: "el agua que está en el suelo se evapora (Ma: aja) y se hacen las nubes (Ma: aja), cuando se enfría un poco llueve y cuando se enfría demasiado es cuando graniza o nieva"

La maestra durante la clase nunca expresó que el vapor fuera agua en estado gaseoso ni dio elementos que permitieran a la niña armar la explicación sobre el ciclo del agua. Parece muy factible que los niños ya tuvieran esa información, pero lo sorprendente es que nunca la utilizaran para explicar lo que observaron en el laboratorio y sobretodo que las explicaciones que dieron en los primeros minutos de la clase y escribieron en sus registros de laboratorio contradigan lo que ahora sostienen: Si la mayoría de los niños al inicio de la clase explicaban el fenómeno de evaporación del agua como una

emanación, donde el "VAPOR" es aquella entidad que observan "sale" del agua, ahora parecen asociar la palabra vapor a la idea de estado gaseoso del agua.

Veamos un último suceso que se desarrolla después de la situación descrita y casi al final de la clase:

Fragmento 18

Después de la discusión sobre el ciclo del agua la maestra señala que ya están de acuerdo en lo que es el vapor y ahora quiere que le digan qué es el humo. Luego de algunas intervenciones de los alumnos donde señalan que el humo proviene de algo que se quema, de algo químico, se dan los siguientes diálogos:

Ma: *¿el humo que viene siendo?*

Ao: *¿el humo viene siendo? ... (como preguntándose)*

Ao: *maestra, que dice Katy que es papel desintegrado el humo*

Ma: *¿papel desintegrado el humo, Katy?*

Katy: *cuando se quema, si se está quemando el papel ya no es papel*

Ma: *ella lo dice o lo dices tu eso (se dirige a la Aa6.)*

Aa6: *lo dijo Katy*

Del murmullo sobre sale la voz de otro alumno (Ao1): *oyes (a la maestra) entonces, por ejemplo con el papel, el humo podría ser parte del papel pero nada mas que ya desintegrado*

Ao6: *en otro estado*

Ao1: *por eso, en otro estado*

La maestra presiona para que los alumnos señalen la diferencia entre vapor y humo. Los alumnos se ven obligados a hablar y tienen que construir una explicación. Las intervenciones de Katy y su compañera muestran cierta inseguridad para expresar lo que piensan. Si Katy murmura que el humo es papel desintegrado, en el momento que la maestra le pregunta directamente, ella cambia la respuesta y expresa algo que la maestra ya había insinuado en momentos anteriores: el papel ya no es papel cuando se

quema. Otros alumnos, tal vez con mayor decisión, se expresan en el mismo sentido. Analicemos con detalle estas expresiones:

Del murmullo sobre sale la voz de otro alumno (Ao1): *oyes (a la maestra) entonces, por ejemplo con el papel, el humo podría ser parte del papel pero nada mas que ya desintegrado*

Ao6: *en otro estado*

Ao1: *por eso, en otro estado*

El papel al quemarse se desintegra, el humo es papel desintegrado, está en otro estado, ¿cómo el agua cuando se evapora ?. En diálogos anteriores se expresó que el "VAPOR" es "agua en estado gaseoso" y la maestra validó esta definición. Definición que está en la base de la distinción que la maestra quiere introducir entre vapor y humo. Los alumnos muy probablemente asocian a las palabras "estado gaseoso" significaciones distintas a las que la maestra pretende, sin embargo éstas permanecen "ocultas" detrás de las palabras "estado gaseoso". En las expresiones de los niños que estamos analizando encuentro algunos indicios que permiten entrever el sentido que en ellas se expresa.

Los niños expresan que el humo es parte del papel pero ya desintegrado, en otro estado. Están equiparando "estar desintegrado" con "estar en otro estado" y si recordamos las significaciones que los niños asocian a la palabra "HUMO", como aquella entidad que "sale" de algo colocado sobre el fuego, es posible pensar que a la imagen de esa entidad se asocian las palabras "en otro estado".

Pero en los diálogos precedentes lo que se ha señalado y validado por la maestra es que el vapor es agua en estado gaseoso, es decir, en otro estado. Entonces se podría pensar que los niños que expresaron que el humo es papel desintegrado, en otro estado, están estableciendo lazos de semejanza entre la imagen de la entidad que "sale" del agua y aquella que "sale" del papel cuando se quema. Entidades que son agua o papel "en otro estado"

Los niños incorporan a sus expresiones los sentidos que la maestra introduce durante la clase, pueden manifestar que el vapor es agua en estado gaseoso y aceptan que el "HUMO" es diferente del "VAPOR", también son capaces de explicar el ciclo del agua. Sin embargo, el "decir del alumno" también se

expresa, los niños siguen estableciendo equivalencias entre los fenómenos de evaporación y combustión y entre el humo y el vapor.

Hasta aquí el análisis descriptivo de este tercer momento de la clase. Con base en él, puedo decir que en los tres momentos que sirven de base al análisis realizado, está presente el "decir del alumno", aunque su presencia y forma de expresión difiere de uno a otro: en el primero el "decir del alumno" prevalece; en el segundo se transita de la confusión, producto del contacto inicial entre el "decir del alumno" y los sentidos que intenta introducir la maestra, hacia el entendimiento por parte de los alumnos, del rumbo que la maestra quiere que tome la discusión; y en el tercero los alumnos integran a sus expresiones los sentidos presentados por la maestra, a la vez que expresan "su decir" en lo que dicen.

Quiero señalar que esta división puede resultar un tanto esquemática y que no corresponde totalmente al desarrollo de la clase en el tiempo. En el caso del grupo de cuarto grado es posible establecer una relación mas o menos clara entre los momentos y el desarrollo de las acciones en el tiempo, sin embargo, no sucede lo mismo con el grupo de quinto grado, donde al inicio de la clase ocurren situaciones que ubico en el segundo momento y al final de ésta encuentra sucesos que corresponden al primer o segundo momento.

Por otra parte, en el análisis de otros registros de observación de clase he podido detectar estos tres momentos, aunque el peso relativo que tienen en las diferentes clases varía de una a otra, siendo , en muchos casos, el primer momento casi inexistente.

Es necesario aclarar que lo dicho en esta parte del trabajo es producto de una reflexión apenas iniciada, el problema tratado, de por si complejo, requiere de un análisis mucho mas riguroso que el aquí expuesto. Sin embargo, dos reflexiones pueden extraerse de lo señalado en los párrafos anteriores, como veremos en los dos siguientes apartados.

1. El "decir del alumno": ¿Oponente no reconocido?

La maestra durante buena parte de la clase, pone en juego diferentes estrategias para introducir los sentidos que surgen de la perspectiva desde la cuál se explica los fenómenos de evaporación y combustión. Por su parte, los alumnos al expresarse, introducen sin darse cuenta "su decir", las significaciones que de él provienen y que implican, en la mayoría de los

casos, que el humo sea equivalente al vapor y que la combustión se equipare con la evaporación.

La maestra para introducir su concepción del fenómeno tiene que "combatir" con el "decir del alumno", sin embargo, este combate permanece oculto tanto para la maestra como para los alumnos. Los alumnos nunca manifiestan explícitamente que el vapor sea equivalente al humo, es más, no saben que ellos sostienen esta equivalencia. Cuando en algún caso se vuelve evidente que están equiparando vapor y humo, maestra y/o alumnos leen el suceso como un error. Así, por ejemplo, en quinto grado, el niño que expresa que al calentar agua: *"...lo primero que salía es poco humo..."* es de inmediato cuestionado y corregido por sus compañeros.

El "decir del alumno" se expresa a través de lo que ellos dicen, pero no se expresa directamente sino mediante procesos metafóricos y metonímicos como los descritos en los capítulos anteriores. Para escucharlo es necesario buscar los sentidos que se "filtran" en lo que los niños dicen. Si como hemos visto, los alumnos en sus explicaciones sobre el calentamiento del agua dicen "sale vapor" y cuando hablan de un objeto que se quema su expresión es "sale humo" y en ocasiones emplean la palabra humo en lugar de vapor. Podemos "cortar" lo dicho por los niños en los productos de los fenómenos: "VAPOR" y "HUMO" y leer estos significantes desde el lugar del código[8] y deducir entonces que los chicos distinguen las dos entidades. Pero si centramos nuestra atención en la búsqueda de los sentidos que se expresan en la cadena hablada, la expresión "sale humo" o "sale vapor" nos puede remitir al proceso, que en ambos casos, significa una emanación y no un cambio de estado físico de la materia, que sería el mecanismo que explica las diferencias entre humo-vapor en el discurso escolar o en el discurso científico.

Para escuchar el "decir del alumno" tenemos que distanciarnos del código, encontrar las significaciones que se expresan en lo que se dice y retornar al código para poder leer las diferencias con respecto a él.

La maestra difícilmente escucha el "decir del alumno" porque casi siempre escucha a partir de su discurso. En el caso que analizamos, la maestra no se da cuenta que para el alumno, el humo es equivalente del vapor. Para ella el vapor es agua en estado gaseoso producto de una evaporación y el humo es el resultado de una combustión. Cuando escucha en boca de los alumnos estos significantes los asocia a las significaciones señaladas sin dar la

posibilidad que estén asociados a otras ideas. Su preocupación es introducir los sentidos que ella considera adecuados y es desde ahí que oye lo que el alumno dice.

En las clases analizadas la maestra no se plantea como posibilidad que el humo y el vapor sean la misma cosa. Parte de que son distintos y se plantea como objetivo enseñar a los alumnos que esto es así. Es muy probable que para ella, la "confusión " entre el vapor y el humo se explique porque los niños no saben por qué son distintos y no porque tengan razones para sostener esta identidad.

Maestros y alumnos permanecen, la mayoría de las veces, "sordos" ante el "decir del alumno". "Decir" que en el mejor de los casos, y cuando por alguna razón se escucha, se le considera, por lo general, como un "error" que no debe ser repetido. Sin embargo, no se deja de combatir con él, la maestra porque entra en contradicción con su discurso, el alumno porque sin saberlo tiene que censurar las significaciones que provienen de "su decir" Así, por ejemplo, la maestra recurre a diferentes estrategias para que la distinción entre vapor y humo sea aceptada por los alumnos. Por su parte los niños, sin darse cuenta, reprimen el significante "HUMO" en sus expresiones sobre el calentamiento del agua e incluso piden a la maestra que borre esta palabra del pizarrón, pero mediante procesos metafóricos, continúan expresando las mismas significaciones a través de la palabra "VAPOR".

De esta manera, las clases se desarrollan sin que maestros y alumnos reconozcan la presencia del "decir del alumno", sin embargo, este "decir" está siempre presente y se manifiesta a través de lo que los alumnos dicen. "Decir" que siendo o no escuchado, siempre jugará un papel dentro de la dinámica de la clase.

2. "Palabras puente": ¿Disfraz de la incomunicación?

He intentado mostrar a lo largo de este trabajo, como los alumnos construyen sus explicaciones sobre los fenómenos de evaporación y combustión desde una perspectiva distinta a la de la maestra o a la que se plantea en los libros de texto. Perspectiva que se expresa en lo que los alumnos dicen, a través de "su decir", o sea, de los sentidos que se crean, mediante procesos metafóricos y metonímicos, cuando el alumno habla.

En la segunda parte de este capítulo analizo qué sucede cuando el "decir del alumno" entra en contacto con el discurso escolar, específicamente con el discurso del maestro. Si bien, el análisis presentado es sólo una reflexión inicial sobre este problema, proporciona algunos elementos que me permiten construir una primera interpretación de algunos aspectos del proceso.

Los alumnos en sus explicaciones sobre los fenómenos de evaporación y combustión, en algunas ocasiones emplean términos provenientes del discurso escolar, como son: "EVAPORAR" y "VAPOR", ó palabras que siendo de uso cotidiano, en el discurso escolar están asociadas a otras significaciones: "QUEMAR" y "HUMO"

Estas palabras adquieren en las expresiones de los alumnos significaciones distintas a las que poseen dentro de los libros de texto o del discurso del maestro. Significaciones que tienen que ver con la perspectiva desde la cuál el alumno explica los fenómenos de evaporación y combustión.

De esta manera, "EVAPORAR", "QUEMAR", "HUMO" y "VAPOR" son palabras que pueden adquirir significaciones distintas dependiendo si éstas se ubican dentro del discurso escolar o dentro de algunas expresiones de los alumnos.

Ahora bien, en el análisis de las dos clases de ciencias naturales presentado en páginas anteriores, encuentro tres momentos diferentes en la dinámica de la clase. Momentos que caracterizo con base en el papel que juega el "decir del alumno" en esta dinámica. Señalo que cuando entran en contacto el "decir del alumno" y el discurso del maestro (segundo momento), se genera una confusión y se dificulta la comunicación entre la maestra y los alumnos, comunicación que poco después se restablece al incorporar los alumnos a sus expresiones aquellos sentidos que la maestra introduce en los intercambios verbales con ellos.

No pretendo analizar con profundidad el proceso que lleva de la confusión al "entendimiento" (¿real o aparente?). Proceso complejo que es necesario investigar con mucho más detenimiento. Por el momento sólo quiero presentar algunas reflexiones acerca de la función que juegan en este proceso las palabras que, provenientes del discurso escolar, son asociadas por los alumnos a significaciones distintas a las que dentro de este discurso soportan.

En el primer momento de las clases, las palabras "VAPOR", "HUMO", "QUEMAR" y "EVAPORAR" (ésta última sólo para el caso de quinto grado), adquieren, en las expresiones de los alumnos, aquellas significaciones provenientes de la perspectiva desde la cual el niño construye sus explicaciones sobre los fenómenos de evaporación y combustión. En el segundo y tercer momento se encuentran en algunas expresiones de los alumnos, los sentidos que la maestra ha introducido en la discusión. Por ejemplo, los alumnos aceptan que el vapor es agua en estado gaseoso, que es diferente del humo y son capaces de explicar el ciclo del agua, ¿ se podría deducir de esto que las significaciones que al inicio de la clase los alumnos asocian a las palabras: evaporar, quemar, vapor y humo, han sido sustituidas por aquellas que la maestra propone ?. No es posible, con los datos que poseo y por las limitaciones que la metodología utilizada me impone, responder a esta pregunta. Sin embargo, en el análisis de los registros encuentro "indicios" que me permiten suponer que las significaciones encontradas en los momentos iniciales de la clase no han sido abandonadas, sino que es probable que las palabras: "VAPOR", "HUMO", "QUEMAR", "EVAPORAR" y "ESTADO FISICO" soporten tanto las significaciones provenientes del discurso escolar como aquellas que provienen de la subjetividad del alumno.

En algunos de los fragmentos de registros de clase analizados, se muestra esta situación con claridad. Veamos un ejemplo:

En el fragmento 8 (grupo 2, cuarto grado) se describe una situación que se produce después del desconcierto inicial, resultado de la intervención de la maestra donde establece el "primer corte" para orientar la discusión. Los alumnos han captado algunas de las "pistas" dadas por la maestra y sostienen un diálogo con ella basado principalmente en una dinámica de preguntas- respuestas. En la situación concreta que se describe en el fragmento 8, la expresión de la palabra "HUMO" es cuestionada por la maestra, los niños la sustituyen por la palabra "VAPOR" pero ésta adquiere en sus expresiones las mismas significaciones que antes soportaba la palabra "HUMO". En esta misma situación, donde la maestra presiona para que los alumnos se expresen en determinada dirección, aparece por primera vez en esta clase el significante "EVAPORAR", que es asociado en la expresión de la niña a la idea de emanación y de "consumo" del agua. Sin embargo, esta significación queda oculta detrás de la palabra pues es muy

probable que la maestra al escucharla la asocie a la idea que ella tiene de evaporación.

“VAPOR” y “EVAPORAR” son entonces dos significantes que soportan al mismo tiempo dos significaciones distintas, pero sin que esto sea evidente para los sujetos que participan en el diálogo. No es posible deducir de estos datos si los alumnos asocian o no estas palabras a las dos significaciones.

En la situación descrita se muestra con bastante claridad las dos significaciones presentes. En otras situaciones resulta difícil encontrarlas debido a que el "decir del alumno" se "oculta" mejor, es decir, el contenido manifiesto disfraza al contenido latente de manera que las significaciones provenientes de la subjetividad del alumno están censuradas y se esconden detrás no sólo de ciertos significantes aceptados dentro del ámbito escolar, sino en ciertas frases. Por ejemplo la expresión "agua en estado gaseoso" que se produce durante los siguientes diálogos.

Ma: *si el agua se evapora, pero yo quiero que me digan al evaporarse ¿qué es eso?*

Varios alumnos dicen al mismo tiempo y con tono que me significa que es obvio: *Vapor*

Ma.: *¿qué es el vapor?*

Varios alumnos intervienen al mismo tiempo, el murmullo que se produce es fuerte, lo que logro rescatar es:

Aa.: *agua*

Ao.: *agua caliente*

Ao.: *agua en estado gaseoso*

Ao.: *agua nada mas*

Ao.: *agua calentada*

Esta situación se produce durante el tercer momento de la clase después de que la maestra, por diferentes medios ha manifestado, de manera sutil y oculta, la perspectiva desde la cuál se explica los fenómenos de evaporación y combustión.

En estos diálogos los alumnos expresan dos ideas que la maestra ha querido introducir desde el inicio del segundo momento de la clase: El "VAPOR" es agua; el "VAPOR" es el estado gaseoso del agua.

Podríamos interpretar de lo anterior que los alumnos se han apropiado de los conocimientos que se pretendía transmitirles, podríamos deducir de sus expresiones que ellos diferencian el "VAPOR" del "HUMO", la evaporación de la combustión. Sin embargo, después de los diálogos descritos dos alumnos expresan que el "HUMO" es papel desintegrado, "en otro estado". Estas expresiones que son un indicio de las significaciones que los niños asocian a las palabras "estado gaseoso" cuestionan la interpretación anterior, como lo muestro en el análisis correspondiente. Cuando estos niños expresan que el "vapor es agua en estado gaseoso" no necesariamente quieren decir lo que esta frase puede significar dentro del discurso escolar. En los libros de texto y en el discurso de la maestra en las clases analizadas, se distingue el humo del vapor, porque el primero es producto de una evaporación, de un cambio físico que implica una "identidad sustancial", es decir, el agua sigue siendo agua, mientras que el segundo, es resultado de un cambio químico donde la sustancia se transforma en otras sustancias.

Cuando estos dos niños dicen que el "HUMO" es papel " en otro estado" no hacen mas que sostener la equivalencia entre "HUMO" y "VAPOR" que se ha manifestado en la mayoría de las expresiones de los alumnos a lo largo de la clase. Ambos son entidades "en otro estado". Con los datos que poseo no es posible encontrar las significaciones que los alumnos asocian a las palabras "estado gaseoso", sin embargo, las expresiones de los dos alumnos analizadas son un indicio de que estas significaciones son distintas a las que adquieren estas palabras en los libros de texto.

De esta manera, es posible pensar, que las palabras EVAPORAR, VAPOR, QUEMAR Y HUMO, al ser asociadas a diferentes significaciones, permiten que las expresiones que las contienen puedan ser interpretadas de forma distinta por la maestra y por los alumnos. Cuando una niña dice: *"y el vapor es el estado gaseoso del agua"*, o un niño escribe: *"el agua se evapora"*, la maestra puede pensar que los niños han captado la idea que en el discurso escolar se asocia a evaporación, cuando es probable que para ellos estas mismas expresiones signifiquen que la evaporación y la combustión son fenómenos similares.

El papel de estas palabras en la dinámica de la clase resulta ser entonces muy importante, al soportar las significaciones provenientes del discurso escolar y aquellas procedentes del "decir del alumno", facilitan el paso de la confusión que se produce cuando el "decir del alumno" y el discurso del maestro entran en contacto, al "entendimiento" entre maestra y alumnos. Podría decir que sirven de "puente" entre ambos.

Cuando una alumna dice: *"cuando empieza a hervir se empieza a evaporar el agua"*, la maestra puede manifestar su acuerdo con lo expresado por la niña porque asocia a la palabra evaporar las significaciones que provienen de la perspectiva desde la cuál ella se explica el fenómeno y por lo tanto, no puede escuchar las significaciones que la niña está asociando a la misma palabra (el agua "se acaba", "desaparece", deja materialmente de existir). La niña a su vez, no sabe que está expresando algo distinto a lo que la maestra escucha y cree entonces estar de acuerdo con ella. La palabra evaporar funciona como "puente" entre dos formas de explicación distintas, pero como puente falso porque resulta ser un disfraz de la incomunicación.

De esta manera, palabras como "VAPOR" "HUMO" "QUEMAR" "EVAPORAR", que ahora puedo denominar "palabras puente", palabras que desde la ciencia, desde el discurso escolar, parecen alejadas de la subjetividad del alumno, son en realidad palabras "subjetivas".

-
- [1] Esta explicación la hemos encontrado en alumnos de primero y segundo de secundaria y también en algunos alumnos de quinto grado de las clases observadas.
- [2] una crítica a la concepción empirista de los libros de texto se puede ver en León, 1986
- [3] Para ubicar los registros de clase que sirven de base al análisis que se presenta en éste parte del trabajo, ver el inciso 5 del capítulo IV.
- [4] La maestra utiliza un tono distinto, acentúa de cierta manera las palabras, como para marcar el final de una discusión, de una dinámica, y el inicio de otra. He llamado a esta característica que la maestra da en ocasiones a alguna expresiones "tono de ruptura"
- [5] Podríamos decir que en las situaciones donde se producen expresiones "más o menos libres", la censura que el niño ejerce sobre su pensamiento es tal que el contenido manifiesto expresa de forma más o menos evidente el contenido latente.
- [6] Esta conducta de la maestra posiblemente este influida por el proceso de formación en el que ha participado. Este proceso se describe en términos generales en el capítulo IV.
- [7] Hemos encontrado que los alumnos frecuentemente asocian la palabra "químicos" a la idea de "hechos por el hombre" en oposición a "naturales", es decir, producto de la naturaleza. Es esta distinción la que permite entender porque los alumnos se apoyan en el hecho de que el pasto se queme para cuestionar que la diferencia entre vapor-humo se deba a que el humo es de "químicos", es decir, hecho por el hombre.
- [8] Código en el sentido en que lo define Lacan y que remite también a la distinción que hace Benveniste entre palabras y signo.

Conclusiones

Quiero empezar el final de este trabajo con una cita de Freud: "*La palabra, como punto de convergencia de múltiples representaciones, es, por decirlo así, un equívoco predeterminado, y el sueño aprovecha las ventajas que las mismas le ofrecen para la condensación y el disfraz*" (Freud, 1952: 354). Una tesis central de este trabajo es que el pensamiento infantil, de forma similar al pensamiento onírico, se expresa, ocultándose, a través de las palabras.

La enseñanza en nuestras escuelas, y la de las ciencias naturales no es una excepción, se base principalmente en los intercambios verbales entre maestros y alumnos, y por tanto en la palabra. En este trabajo he intentado analizar, desde cierta perspectiva, las formas de expresión del pensamiento infantil durante los diálogos que se producen en clase. Sin embargo, quiero aclarar, como ya lo hice en otros momentos dentro del texto, que este análisis está apenas iniciado, que son más las interrogantes que han surgido a raíz de él que las posibles respuestas.

En el punto inicial del trabajo estaba la pregunta acerca de las posibilidades de expresión del pensamiento infantil en el salón de clases, lugar donde las formas de comunicación adquieren características muy específicas, donde la relación entre los sujetos es necesariamente desequilibrada en términos de relaciones de poder, donde la función del maestro (enseñar) y la de los alumnos (aprender) esta fijada de antemano. "¿Es posible que en las condiciones específicas que se dan dentro de un aula, en una clase de ciencias naturales, los alumnos expresen su pensamiento acerca de los fenómenos que ahí se abordan? Si esto ocurre así, "¿qué papel juega este pensamiento en la dinámica de la clase ?.

En los primeros análisis sobre los registros de observación de clase, me fue posible encontrar en algunas expresiones, los sentidos que se manifestaban en las explicaciones de los alumnos sobre los fenómenos de evaporación y combustión. El problema fue definir la relación que podrían tener estos sentidos con el pensamiento infantil. Por ejemplo, pude detectar que los alumnos explicaban el fenómeno de evaporación como una emanación de vapor, explicación que concordaba con los resultados de las investigaciones de Piaget sobre este punto, lo que podría tomarse como un indicio de que el alumno estaba expresando su pensamiento. El problema era encontrar los lazos intermedios entre ambos niveles: por un lado la representación del

niño sobre el fenómeno y por otro los sentidos que yo encontraba en sus expresiones. Por otra parte, había expresiones de los alumnos donde los sentidos que se manifestaban aparecían como opuestos a los anteriores, por ejemplo, la evaporación como cambio de agua a vapor, siendo definido éste como el estado gaseoso del agua. "¿cómo explicar que los alumnos pasaran de una perspectiva de explicación a otra en un corto tiempo ?

Es la comparación que hace Piaget entre el pensamiento infantil y el pensamiento onírico y la posibilidad de analizar el primero a partir de las características que Freud atribuye al segundo y de las categorías que construye para interpretarlo, lo que me permite elaborar una primera explicación de lo ocurrido, durante los intercambios verbales entre maestra y alumnos, en las clases de ciencias naturales observadas.

La distinción que hace Freud entre contenido latente y contenido manifiesto y la posibilidad de acceder al primero a partir del análisis del segundo, me permitió diferenciar como contenido latente aquello que estaría al nivel de las representaciones de los niños y de sus "orientaciones de espíritu" como las llama Piaget y como contenido manifiesto aquello que los alumnos dicen, a través del cual se expresa indirectamente, como indicios o síntomas, el contenido latente.

De esta manera, me fue posible ubicar los sentidos que encontré en lo que los niños decían, como un nivel intermedio entre el contenido latente, ya que éstos de alguna manera lo expresan, y el contenido manifiesto ya que éstos sentidos se expresan en él. Esta diferencia entre lo que es el contenido manifiesto y los sentidos que encontré expresados en él, aparece mas clara con la distinción que establece Lacan entre "lo dicho" y "el decir".

De esta manera, las categorías contenido manifiesto/latente y "dicho"/"decir", permitieron reinterpretar los datos hasta ese momento analizados y poder construir la categoría central de la tesis: "el decir del alumno".

El análisis de las expresiones de los alumnos que se producen en lo que he llamado el primer momento de la clase, muestra los procesos metafóricos y metonímicos a través de los cuales, los alumnos desplazan el significado, que dentro del discurso escolar adquieren ciertas palabras, asociándolas a otras significaciones que provienen de la perspectiva desde la cual los niños se explican los fenómenos, es decir, que provienen del contenido latente. Es este desplazamiento lo que permite crear nuevos sentidos.

Son estos sentidos que se expresan cuando el alumno habla, en lo que dice, lo que he llamado "decir del alumno".

Quisiera aclarar que el "decir del alumno" no es una categoría estática, es decir, los sentidos que en un momento dado lo constituyen no necesariamente son siempre los mismos, por ejemplo, un niño puede expresar que el agua se evapora y se acaba y poco después decir que sale vapor del agua cuando se calienta. El alumno condensa en la palabra evaporación dos significaciones: el agua deja materialmente de existir y evaporar es una emanación de vapor. Ambas significaciones provienen del contenido latente, de la imagen que el niño se ha creado del fenómeno, pero expresan dos sentidos distintos. Ambos constituyen el "decir del alumno".

Una vez definido "el decir del alumno" era posible intentar analizar cuál era su papel en la dinámica de la clase.

Descrito sucintamente el proceso de construcción del análisis presentado en este trabajo, intentaré resumir los principales resultados de éste:

1) El análisis de las expresiones de los alumnos realizado, me permite sostener que el "decir del alumno" se expresa a lo largo de las clases observadas, tanto en aquellos momentos donde se favorece la expresión más libre de los alumnos como en aquellos donde la intervención de la maestra es más evidente. La diferencia entre ambos momentos es que el contenido manifiesto "esconde" o "disfraza" mejor los sentidos que provienen del contenido latente, en aquellos casos donde la maestra presiona para que los alumnos se expresen en determinada dirección. Por ejemplo, cuando un alumno expresa que el agua se evapora "su decir" está escondido detrás de estas palabras como lo mostré en el análisis correspondiente, aunque éstas al ser leídas desde el lugar del código, desde el discurso escolar, puedan ser asociadas a otras significaciones.

El alumno puede expresar "su decir" a través de palabras que provienen del discurso escolar porque desplaza el sentido que éstas tienen dentro de dicho discurso y las asocia a otras significaciones. Este desplazamiento de sentido se realiza mediante procesos metafóricos y metonímicos como los descritos en los capítulos V y VI.

2) En el caso específico de los fenómenos de evaporación y combustión, encontré en el análisis de las expresiones de los alumnos, que ocurrieron en

el "primer momento" de las clases, que el "decir del alumno" es distinto, podría incluso decir que en algunos casos se contraponen al discurso escolar, en concreto a los sentidos que se expresan en los libros de texto del alumno y en las expresiones de la maestra durante las clases observadas. Los puntos centrales en los que ubico esta diferencia son:

a) En el discurso escolar la evaporación y la combustión aparecen como fenómenos distintos, mientras que para los alumnos estos fenómenos son similares. De esta manera, las significaciones que se asocian a la palabra evaporar y quemar son diferentes en cada caso:

En las expresiones de los alumnos el significante evaporar condensa diversas significaciones: Evaporar como una emanación de vapor; evaporar asociado a la idea de que el material colocado al fuego "desaparece" "se acaba" "se consume", es decir, deja materialmente de existir; evaporar como una transformación del agua, que en la mayoría de los casos, no implica una identidad sustancial entre el agua y la entidad en la cual ésta se transforma.

La palabra quemar condensa a su vez diversas significaciones: Quemar nombra la acción que se ejerce sobre el material, quemar se asocia a una emanación de humo, quemar implica que el material "se acabe", deje materialmente de existir; quemar se asocia a la idea de transformación del material que se quema en otra entidad cualitativamente distinta.

En las expresiones de los alumnos ocurridas en el "primer momento" de las clases, las significaciones que se asocian a las palabras quemar y evaporar son en la mayoría de los casos muy similares, por lo que es posible pensar que para los alumnos los fenómenos de evaporación y combustión son equivalentes. Datos que parecen apoyar esta interpretación son las transferencias de denominación: quemar por evaporar y viceversa y humo por vapor (en el caso de calentamiento del agua), que encontré en el análisis de las expresiones de los alumnos.[\[1\]](#)

En los libros de texto y en las expresiones de la maestra evaporar se asocia a la transformación de agua en vapor (estado líquido a estado gaseoso) lo que se considera un cambio físico que implica una "identidad sustancial" entre el vapor y el agua.

En el texto de cuarto grado, Quemar se asocia a la transformación de una sustancia en otra lo que implica un cambio químico y una no "identidad sustancial". Mientras que en el texto de quinto grado se asocia al consumo

de ciertas entidades (combustible y oxígeno) y a la producción de otras (luz, calor, agua y bióxido de carbón). En las expresiones de la maestra quemar se asocia al cambio de una sustancia en otra sin que se mantenga la "identidad sustancial" (cambio químico), y a la idea de que los materiales colocados directamente sobre el fuego se queman.

Así, tanto en los libros de texto como en las expresiones de la maestra durante la clase, la evaporación y la combustión aparecen como fenómenos distintos.

b) El humo y el vapor como entidades similares (en la mayoría de las expresiones de los alumnos) o distintas (en los libros de texto y en las expresiones de la maestra).

En los libros de texto humo y vapor son dos entidades diferentes, la primera producto de la combustión (cambio químico), la segunda de una evaporación (cambio físico) por lo que vapor es agua en estado gaseoso mientras que el humo es uno de los productos de la transformación del material que se quema (los otros productos son luz y calor). En las expresiones de la maestra el humo se produce cuando el material se quema al colocarse al fuego directo mientras que el vapor es agua en estado gaseoso, transformación que se lleva a cabo cuando se coloca agua indirectamente (a través un recipiente) sobre el fuego.

En la mayoría de las expresiones de los alumnos, las palabras vapor o humo aparecen como equivalentes en tanto nombran a la entidad que observan "sale" cuando ciertos materiales se ponen en contacto con el fuego. Aún en aquellas expresiones que se producen cuando la maestra presiona para que se diferencie humo de vapor, y donde algunos alumnos asocian quemar-humo y hervir-vapor, no se puede afirmar que los niños distinguen humo de vapor, en tanto entidades cualitativamente distintas. Ellos parecen distinguir entre quemar y hervir y de ahí establecen la relación quemar-humo y hervir-vapor. Así, diferencian las condiciones en la cuales se originan estas entidades, pero esto no implica que éstas sean en sí mismas distintas: El humo "sale" de algo cuando se quema y el vapor "sale" del agua al hervir. Vapor y humo son entidades que "salen" del material colocado al fuego, es decir, emanan de él.

El caso donde los alumnos, ante la presión de la maestra, expresan que el vapor es agua en estado gaseoso, podría significar que los alumnos se

explican el fenómeno de evaporación como una transformación de líquido a gas y por lo tanto aceptan que el vapor es agua. Sin embargo, también puede pensarse que la respuesta de los niños está influida por el diálogo con la maestra y ellos responden conforme a lo que creen que la maestra espera. Con los datos que poseo y dadas las limitaciones que la metodología empleada me impone, no tengo los elementos que me permitan afirmar que los niños no se explican la evaporación como un cambio de estado físico y que su respuesta ha sido determinada por las condiciones en que se produjo. Sin embargo, ciertos elementos me hacen inclinarme por esta segunda interpretación:

✦ En la mayoría de las expresiones de los alumnos que ocurrieron en el "primer momento" de las clases, el fenómeno de evaporación se explica en términos de una emanación y no de una transformación líquido-gas.

✦ Durante los diálogos entre maestra y alumnos, en los cuales la maestra recurre a diferentes estrategias para que los niños se expresen en determinada dirección, los alumnos establecen una relación entre quemar-humo y hervir -vapor, pero esto no significa que necesariamente diferencien el humo del vapor como entidades cualitativamente distintas. En muchas de las expresiones que se producen en estos diálogos, la evaporación se explica en términos de emanación como ocurre en las expresiones que ocurren en el "primer momento" de las clases. Por ejemplo, en la situación descrita en el fragmento 8, después de que la maestra cuestiona la expresión de la palabra humo y pregunta por qué es vapor, una alumna expresa: *"...porque , porque, cuando se evapora empieza a salir el vapor..."*

✦ En las clases analizadas ni la maestra, ni los alumnos expresan elementos que permitan diferenciar conceptualmente el humo del vapor, es decir, que permitan distinguirlos como entidades cualitativamente distintas.

✦ En algunas expresiones de los alumnos que ocurren en el "tercer momento" de las clases, encuentro ciertos indicios que parecen mostrar que los alumnos establecen como entidades similares al humo y al vapor. Por ejemplo, la expresión *"...el humo podría ser parte del papel pero nada mas que ya desintegrado" "por eso en otro estado"* analizada con detenimiento en la segunda parte del capítulo VII.

Dado lo anterior, es posible pensar que el "decir del alumno" y el discurso escolar se expresan sobre los fenómenos de evaporación y combustión desde perspectivas distintas.

3) Si bien, el "decir del alumno" está presente durante toda la clase, el papel que juega en la dinámica que se genera en ésta, varía en las diferentes situaciones que se presentan, dependiendo de las características de la interacción entre alumnos y maestra.

En el análisis de las dos clases de ciencias naturales presentado en la segunda parte del capítulo VII, encuentro tres momentos distintos en la dinámica de la clase: Un primer momento donde el "decir del alumno" prevalece, es decir, los alumnos expresan, con cierta libertad, sus explicaciones sobre los fenómenos observados en el laboratorio, éstas (contenido manifiesto) expresan con bastante claridad el "decir del alumno" y son sobre las que gira la discusión.; un segundo momento donde se transita de la confusión (producto del primer contacto entre el "decir del alumno" y los sentidos que la maestra intenta introducir a la discusión) al entendimiento de los alumnos del rumbo que la maestra pretende que ésta siga; y un tercer momento donde los alumnos integran a sus expresiones los sentidos que la maestra introduce, a la vez que expresan "su decir" en lo que dicen.

De esta manera, en las dos clases analizadas, el "decir del alumno" pasa de una expresión mas o menos directa a través del contenido manifiesto (primer momento), a una expresión que podría llamar "disfrazada" (tercer momento). Me atrevería a pensar, aunque no puedo afirmarlo, que son las condiciones en las que se desarrollan los diálogos entre la maestra y los alumnos, y en especial la presión que ejerce la maestra para que los niños se expresen en determinada dirección, lo que parece propiciar que los niños ejerzan una censura sobre las significaciones que provienen del contenido latente, y éstas se expresen de manera oculta a través de aquellos significantes que están "permitidos" , es decir, que no han sido censurados durante la clase o clases anteriores. Por ejemplo, en quinto grado los alumnos, después de que los propios compañeros habían señalado su desacuerdo con el niño que expresó que del agua salía humo, no volvieron a utilizar esta palabra, sin embargo, mediante un proceso metafórico, expresaban las mismas significaciones a través de la palabra vapor.

En las dos clases analizadas, el "decir del alumno" que prevalecía en el primer momento, y cuya expresión a través del contenido manifiesto resultaba casi "transparente", termina siendo censurado y por lo tanto, su expresión en lo que el alumno dice se oculta detrás de palabras que cumplen la función de un "disfraz".

4) La maestra a través de sus intervenciones introduce los sentidos que provienen de la perspectiva desde la cual explica los fenómenos de evaporación y combustión. Estos sentidos son incorporados a las expresiones de los niños pero sin que por ello se deje de expresar el "decir del alumno".

Quisiera aclarar que si bien encuentro en el análisis de las explicaciones de los alumnos que éstos expresan "su decir" tanto en los enunciados que se producen en el primer momento como en los que ocurren en el tercero, y que lo que varía entre ambos es la forma en que el "decir del alumno" se expresa en el contenido manifiesto (mas o menos clara o disfrazada), no puedo deducir de esto que los alumnos no puedan acceder a las significaciones provenientes del discurso escolar. Es decir, es posible pensar que los niños que hablan del vapor como estado gaseoso del agua, puedan asociar a las palabras "estado gaseoso" significaciones provenientes del discurso escolar, lo que no impide que significaciones que provienen del contenido latente se expresen a través de las mismas palabras. Con la metodología utilizada y el análisis realizado en este trabajo, no es posible conocer qué tanto los niños asocian a las palabras provenientes del discurso escolar y que emplean sobre todo en el tercer momento de la clase, las mismas significaciones que en este discurso se soportan.

Lo que si me es posible sostener, es que los alumnos expresan "su decir" en lo que dicen, independientemente de que sus explicaciones incorporen o no los sentidos que la maestra introduce en la discusión. Sentidos que son modificados en mayor o menor medida, cuando los niños los integran a sus expresiones.

5) El "decir del alumno" está presente en la clase, se expresa en lo que los alumnos dicen, sin embargo, ni la maestra ni los alumnos lo reconocen.

Las significaciones que constituyen el "decir del alumno" provienen del contenido latente, como hemos visto a lo largo del trabajo, no se manifiestan directamente sino a través de procesos metafóricos y metonímicos. Estas

significaciones no pasan por la conciencia del alumno sino que se expresan en lo que dice sin que él se de cuenta de ello (los niños no "saben" que equiparan vapor a humo y quemar a evaporar). Para poder escuchar el "decir del alumno", sobre todo en aquellas expresiones donde éste aparece "disfrazado", es necesario dar cuenta de estos procesos, buscar los sentidos que se "filtran" en lo que el alumno dice. La maestra, por el lugar que ocupa en la relación pedagógica, le es muy difícil desplazarse del lugar del código y escuchar lo que los alumnos expresan desde otro lado. Es posible pensar, aunque no me atrevería a afirmarlo, que la maestra escucha sólo desde su discurso.

De esta manera, maestra y alumnos no pueden escuchar el "decir del alumno" , sin embargo, ambos "combaten" con él: la maestra porque se opone a los sentidos que intenta introducir en la discusión, los alumnos porque censuran "su decir" ante la presión de la maestra para que se expresen en determinada dirección.

6) Las palabras provenientes del discurso escolar (vapor, evaporar) o palabras de uso cotidiano pero que en el discurso escolar están asociadas a otras significaciones (quemar, humo), pueden servir como "puente" entre el "decir del alumno" y el discurso escolar, al soportar dos significaciones: aquellas que adquieren en las expresiones de los alumnos y que provienen de "su decir" y aquellas que adquieren en las expresiones de la maestra o en los textos .

Como hemos visto en el análisis presentado, estas palabras que he llamado "palabras puente", facilitan el paso de la confusión, producto del primer contacto entre el "decir del alumno" y los sentidos que la maestra quiere introducir a la discusión, al "entendimiento" entre maestros y alumnos, entendimiento que habría que preguntarse si es real o aparente. Por otra parte, son algunas de estas palabras (y otras que aparecen en el tercer momento p.e. "estado gaseoso"), las que sirven de "disfraz" a las significaciones que no pueden expresarse directamente, a través de determinados significantes, en el contenido manifiesto, debido a que han sido en algún momento censuradas. Por ejemplo, el significante "vapor" soporta las significaciones que los niños asocian al significante "humo".

De alguna manera, estas "palabras puente" facilitan la comunicación entre maestro y alumnos, o visto desde otra perspectiva, son un "disfraz" de la incomunicación.

En la mayoría de los casos, después de un análisis como el presentado en este trabajo, se esperan reflexiones sobre las implicaciones que éste podría tener en nuestra realidad educativa, en concreto, en la metodología de enseñanza de las ciencias naturales. Los problemas abordados en este escrito surgen precisamente de los hechos que hemos podido observar en nuestro intento por transformar las estrategias de enseñanza en esta área del conocimiento. Sin embargo, las reflexiones aquí presentadas han sido posibles, porque se dio un espacio que permitió el distanciamiento de las acciones que se venían desarrollando y por lo tanto de la relación con la enseñanza. Por ejemplo, para poder entender que en las expresiones de los alumnos "vapor" no se asocia necesariamente a agua en estado gaseoso, me fue necesario olvidarme de que la escuela tiene por obligación transmitir los conocimientos validados dentro del ámbito escolar, en específico legitimados a través del currículo, dentro del cual el "vapor" al igual que el hielo y el agua líquida, son agua en diferentes estados físicos. Esto implicó distanciarme de mi propia concepción del fenómeno (producto de mi paso por la escuela) para poder ver que no es tan evidente que el vapor de agua sea necesariamente agua en estado gaseoso y poder así escuchar otros sentidos posibles.

Intentar entender lo que sucede cuando se enseñan las ciencias requiere que dejemos de lado (en la medida de lo posible) nuestras pretensiones sobre ésta, nuestro "modelo" de enseñanza ideal. La energía utilizada para establecer este distanciamiento y los resultados del análisis que en el fondo no dejan de sorprenderme, me imposibilitan, por el momento el retorno, y por lo tanto, la reflexión sobre las implicaciones que este análisis podría tener sobre la enseñanza.

Con los argumentos señalados pretendo librarme, por ahora, de establecer implicaciones pedagógicas de los resultados de este trabajo, pero también extendiendo esta concesión al lector.

Sólo quisiera resaltar en estos últimos párrafos una de las cosas importantes que a mi me brindó este trabajo: la posibilidad de pensar al alumno no sólo como un ser racional o en vías de serlo, no sólo como un sujeto consciente o con una conciencia en formación sino como un sujeto dividido, racional/irracional, que tal vez quiera interpretar racionalmente el mundo físico en el que vive pero tal vez quiera sin saberlo acomodar este mundo a sus deseos.

Inicié estas conclusiones con una cita de Freud sobre la palabra, quiero finalizarlas con una cita de Piaget, ya señalada dentro del texto, sobre el símbolo: *"Desde el punto de vista del significante, el simbolismo ofrece al niño el lenguaje personal, vivaz y dinámico, indispensable para expresar su subjetividad intraducible por el sólo lenguaje colectivo"* (Piaget, 1961: 228). Si bien, Piaget aquí se refiere al juego simbólico, a partir del análisis presentado en este trabajo, puedo jugar con estas ideas y apoyándome en Freud y Lacan, pensar que también las palabras expresan la subjetividad del niño. Palabras que provenientes del lenguaje colectivo son despojadas de las significaciones que dentro de éste poseen y asociadas a otras que provienen precisamente de la subjetividad del niño, de la perspectiva desde la cual se explica el mundo.

El alumno habla, y al hablar expresa algo que va mas allá de lo que dice, algo que por lo general no escuchamos, ni él ni nosotros, y que sin embargo está más cercano a su "verdad" sobre el mundo, que todo lo que podamos decirle acerca del conocimiento racional y científico de éste. ¿Será como señala Dor que *"...en el discurso científico el grado de sutura es óptimo porque es allí donde el sujeto del inconsciente está más amordazado"*? (Dor, 1986: 146).

[1] Ver capítulos IV y V

Bibliografía

- Akatugba, A., Wallace, J. (1998). "Students' understanding of upper and lower fixed points of a thermometer and its influence on their proportional reasoning." Australian Science Teachers' Journal **44**(1): 59-65.
- Albert, E. (1978). "Development of the concept of heat in children." Science Education **62**(3): 389-399.
- Alsop, S., Watts, M. (1997). "Sources from a Somerset village: A model for informal learning about radiation and radioactivity." Science Education **81**(6): 633-650.
- Andersson, B., Karrqvist, C. (1983). "How Swedish pupils, aged 12-15 years, understand light and its properties." European Journal of science Education **5**(4): 387-402.
- Andersson, B. R. (1980). Some aspects of children's understanding of boiling point. Cognitive development research in science and mathematics. Proceedings of an international seminar. W. F. Archenhold, Driver, R., Orton, A., Wood-Robinson, C. Leeds, University of Leeds: 252-259.
- Appleton, K. (1985). "Children's ideas about temperature." Research in Science Education **15**: 122-126.
- Arnold, M., Millar, R. (1994). "Children's and lay adults' views about thermal equilibrium." International Journal of Science Education **16**(4): 405-419.
- Barman, C. R., Mayer, D. A. (1994). "An analysis of high school students' concept & textbook presentations of food chains & food webs." The American Biology Teacher **56**(3): 160-163.
- Barman, C. R., Griffiths, A. K., Okebukola, P. A. O. (1995). "High school students' concepts regarding food chains and food webs: A multinational study." International Journal of Science Education **17**(6): 775-782.
- Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Graeber, W., Komorek, M., Kross, A. (2001). Research in Science Education - Past, Present, and Future. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Benveniste, E. (1989). Problemas de Lingüística general. México, Siglo XXI.
- Blanco, A., Prieto, T. (1997). "Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: A cross-age study (12-18)." International Journal of Science Education **19**(3): 303-315.

- Bojórquez, L., González, J., León, A. y Venegas, N. (1992). Guía para el maestro. Medio Ambiente. México, D.F., S.E.P.
- Bovet, P. (1925). Le sentiment religieux et la psychologie de l'enfant. Neuchatel y París, Delachaux y Niestle.
- Bringuier, J. C. (1977). Conversaciones con Piaget. Barcelona, Gedisa.
- Candela, A. (1990). "Investigación etnográfica en el aula: el razonamiento de los alumnos en una clase de ciencias naturales en la escuela primaria." Investigación en la escuela **11**: 11-23.
- Candela, A. (1991a). La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental. Departamento de Investigaciones Educativas. México, Cinvestav.
- Candela, A. (1991b). "La argumentación en la construcción social del conocimiento escolar." Infancia y Aprendizaje **55**.
- Chang, J.-Y. (1999). "Teachers college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling." Science Education **83**(5): 511-526.
- Coll, C., Guilliéron, Christiane (1981). "Jean Piaget y la escuela de Ginebra: Itinerario y tendencias actuales." Infancia y Aprendizaje: 56-95.
- Cowan, R., Sutcliffe, N. (1991). "What children's temperature predictions reveal of their understanding of temperature." British Journal of Educational Psychology **61**: 300-309.
- Delahanty, G., Perrés, José (1994). Piaget y el Psicoanálisis. México, Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco.
- Dor, J. (1986). Introducción a la Lectura de Lacan. El Inconsciente Estructurado como lenguaje. Buenos Aires, Argentina, Gedisa.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia. Madrid, Morata y Ministerio de Educación y Ciencia.
- Ebenezer, J., Erickson, G. (1996). "Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography." Science Education **80**(2): 181-201.
- Erickson, G. L. (1979). "Children's conceptions of heat and temperature." Science Education **63**(2): 221-230.
- Erickson, G. L. (1980). "Children's viewpoints of heat: A second look." Science Education **64**: 323-336.
- Eskilsson, O. (1999). A longitudinal study of the progression of 10-12-year olds' concepts of transformation of matter. Research in Science Education - Past, Present, and Future Vol.2. M. Komorek, Behrendt,

H. , Dahncke, H. , Duit, R. , Graeber, W. , Kross, A. Kiel,
IPN Kiel: 408-410.

- Foucault, M. (1970). El orden del discurso. Barcelona, Tusquets Editores.
- Freud, S. (1976). La interpretación de los sueños. (primera parte) (1900). Buenos Aires, Amorrortu.
- Gallegos, L., Jerezano, M. E. , Flores, F. (1993). Preconceptions in the students' construction of food chains. Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. J. Novak. Ithaca, New York, Cornell University (distributed electronically).
- Gallegos, L., Jerezano, M. E. , Flores, F. (1994). "Preceptions and relations used by children in the construction of food chains." Journal of Research in Science Teaching **31**(3): 259-272.
- Giordan, A., y De Vecchi, G. (1988). Los orígenes del saber. Sevilla, España, Diada Editores.
- Guesne, E., Tiberghien, A. , Delacote, G. (1978). "Methods et resultats concernant l'analyse des conceptions des eleves dans differents domaines de la physique. Deux exemples: les notions de chaleur et lumiere." Revue Francaise de Pedagogie **45**: 25-36.
- Guesne, E. (1984). Children's ideas about light. New Trends in Physics Teaching. G. Delacote. París, UNESCO. **IV**: 179-192.
- Guruswamy, C., Somers, M. , Hussey, R. (1997). "Students' understanding of the transfer of charge between conductors." Physics Education **32**(2): 91-96.
- Harrison, A., Treagust, D. (1996). "Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry." Science Education **80**(5): 509-534.
- Jara-Guerrero, S. (1993). Misconceptions on heat and temperature. Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Ithaca, NY: Cornell University (distributed electronically). J. Novak. Ithaca, New York, Cornell University (distributed electronically).
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Fernandez Perez, J. (1987). Selection or adjustment ? Explanations of university biology students for natural selection problems. Proceedings of the 2. Int. Seminar "Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics", Vol. II. J. Novak. Ithaca, Cornell University: 224-238.
- Johnson, P. (1998). "Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 2: Evaporation and condensation below boiling point." International Journal of Science Education **20**(6): 695-709.

- Johnson, P. (1998). "Children's understanding of changes of state involving the gas state. Part 1: Boiling water and the particle theory." International Journal of Science Education **20**(5): 567-583.
- Johnson, P. (1998). "Progression in children's understanding of a basic particle theory: A longitudinal study." International Journal of Science Education **20**(4): 393-412.
- Kesidou, S., Duit, R. , Glynn, S. M. (1995). Conceptual development in physics: Students' understanding of heat. Learning science in the schools: Research reforming practice. S. M. Glynn, Duit, R. Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates: 179-198.
- Kokkotas, P., Dracopoulou, M. , Vlachos, I. , Plakitsi, K. (1999). How pupils use written language to describe their conceptions of change. Research in Science Education - Past, Present, and Future Vol.1. M. Komorek, Behrendt, H. , Dahncke, H. , Duit, R. , Graeber, W. , Kross, A. Kiel, IPN Kiel: 122-127.
- Langley, D., Ronen, M. , Eylon, B. (1997). "Light propagation and visual patterns: Preinstruction learners' conceptions." Journal of Research in Science Teaching **34**(4): 399-424.
- Laplanche, J. y. Pontalis, J.B. (1974). Diccionario de Psicoanálisis. Barcelona, Editorial Labor.
- Lee, Y., Law, N. (2001). "Exploration in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift." International Journal of Science Education **23**(2): 111-150.
- León, A. I. (1984). Las nociones de electricidad y Magnetismo y fenómenos relacionados. México, Departamento de Investigaciones Educativas. CINVESTAV.
- León, A. I. (1986). Un Estudio Experimental sobre el Aprendizaje de las Ciencias Naturales en la Educación Primaria, desde una Perspectiva Constructivista. Facultad de Química. México, UNAM.
- León, A. I. y. Venegas, N. (1988). Reflexiones sobre una experiencia de formación docente. Breve descripción del proceso de formación. Formación de maestros e investigación educativa. R. Quiroz. México, D.F., DIE- Cinvestav.
- León, A. I. y. Venegas, N. (1989a). "Construcción de estrategias didácticas a partir de la investigación sobre la práctica docente en el área de Ciencias Naturales." Enseñanza de las Ciencias **2**(Número extra).
- León, A. I. y. Venegas, N. (1989b). El maestro, el análisis sobre su práctica y la construcción de estrategias didácticas. Ed. Esfinge, México., Primer Encuentro de Innovaciones en Educación Básica., México, D.F., Esfinge. 191-198

- León, A. I. y. Venegas, N. (1990). El maestro: Dificultades para modificar su papel en la enseñanza de las ciencias naturales. Primer Simposio de Investigación Educativa, México, D.F., CIESAS.
- Levins, L. (1992). "Students' understanding of concepts related to evaporation." Research in Science Education **22**: 263-272.
- Lichtfeldt, M. (1996). Development of pupils' ideas of the particulate nature of matter: Long-term research projekt. Research in Science Education in Europe. G. Welford, Osborne, J. , Scott, P. London, The Falmer Press: 212-228.
- Liu, X. (2001). "Synthesizing research on student conceptions in science." International Journal of Science Education **23**(1): 55-82.
- Lynch, P. (1996). "Students' alternative frameworks for the nature of matter: A cross-cultural study of linguistic and cultural interpretations." International Journal of Science Education **18**(6): 743-752.
- Maskill, R., Cachapuz, A. , Koulaidis, V. (1997). "Young pupils' ideas about the microscopic nature of matter in three different European countries." International Journal of Science Education **19**(6): 631-645.
- Masotta, O. (1986). Lecciones de Introducción al Psicoanálisis. Barcelona, España., Gedisa.
- Maurines, L. (1999). Spontaneous reasoning on light diffraction and coherent illumination optical imaging. Research in Science Education - Past, Present, and Future Vol.1. M. Komorek, Behrendt, H. , Dahncke, H. , Duit, R. , Graeber, W. , Kross, A. Kiel, IPN Kiel: 92-94.
- Meheut, M., Saltiel, E. , Tiberghien, A. (1985). "Pupils' (11-12 year olds) conceptions of combustion." European Journal of Science Education **7**(1): 83-93.
- Meheut, M., Sere, M. G. , Tiberghien, A. (1986). Les etats de la matiere: du vecu a la physique ... et retour. Education scientifique et vie quotidienne. A. Giordan, Martinand, J. L. Paris, Instaprint: 121-129.
- Mortimer, E., Carvalho, A. de (1996). Describing conceptual evolution in the classroom as conceptual profile change: An example from the theory of matter. Teaching the science of condensed matter and new materials. M. Michelini, Jona, S. , Cobai, D. Udine, Forum: 415-429.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A. (1999). "Elementary school children's beliefs about matter." Journal of Research in Science Teaching **36**(7): 777-805.
- Núñez, M. S., Solé, M., León, A. I. y Dávila M. (1983). "Desarrollo de un Modelo de Enseñanza para las Ciencias Experimentales y la

Tecnología en la Escuela Primaria". México, Departamento de Investigaciones Educativas. CINVESTAV.

Osborne, J., Black, P., Smith, M., Meadows, J. (1991). Electricity. Liverpool, Liverpool University Press.

Osborne, R. (1981). "Children's ideas about electric current." New Zealand Science Teacher(29): 12.

Osborne, R., Cosgrove, M. (1983). "Children's conceptions of the changes of state of water." Journal of Research in Science Teaching **20**(9): 825-838.

Osborne, R. (1983). "Towards modifying children's ideas about electric current." Research in Science and Technological Education **1**(1): 73-82.

Perrés, J. (1989). Freud y Piaget: notas sobre la escuela de Ginebra pospiagetiana y el psicoanálisis. Piaget y el Psicoanálisis. G. Delahanty, Perrés, José. México, 1994, Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco: 367-381.

Pfundt, H. and R. Duit (1985). Bibliography. Students' Alternative Frameworks and Science Education. 2nd Edition. Kiel Univ. (West Germany), Institut fuer die Paedagogik der Naturwissenschaften. [BBB12488].

Pfundt, H. and R. Duit (1988). Bibliography. Students' Alternative Frameworks and Science Education. 2nd Edition. Kiel Univ. (West Germany), Institut fuer die Paedagogik der Naturwissenschaften. [BBB12488].

Pfundt, H. and R. Duit (1991). Students' Alternative Frameworks and Science Education. Bibliography. 3rd Edition. IPN Reports-in-Brief = Alltagsvorstellungen und Naturwissenschaftlicher Unterricht. Bibliographie. 3. Auflage. IPN-Kurzberichte. [German, English]. Kiel Univ. (West Germany), Institut fuer die Paedagogik der Naturwissenschaften. [BBB12488].

Pfundt, H. and R. Duit (1993). Students' Alternative Frameworks and Science Education. Bibliography. 3rd Edition. IPN Reports-in-Brief = Alltagsvorstellungen und Naturwissenschaftlicher Unterricht. Bibliographie. 3. Auflage. IPN-Kurzberichte. [German, English]. Kiel Univ. (West Germany), Institut fuer die Paedagogik der Naturwissenschaften. [BBB12488].

Piaget, J. (1923). "Le pensée symbolique et le pensée de l'enfant." Archives de Psychologie(18): 273-304.

Piaget, J. (1961). La Formación del Símbolo en el Niño. México, Fondo de Cultura Económica.

- Piaget , J. (1967). Seis estudios de Psicología genética. Barcelona, España, Seix Barral.
- Piaget , J., Inhelder, B. (1969). Psicología del niño. Madrid, España, Editorial Guadalupe.
- Piaget , J., Inhelder, B. (1971). El Desarrollo de las cantidades en el niño. Barcelona, España, Editorial Nova Terra.
- Piaget , J. (1972). Introducción a la Epistemología Genética. Buenos Aires, Editorial Paidós.
- Piaget , J., García, R. (1973). Las Explicaciones Causales. Barcelona, España, Seix Barral.
- Piaget , J. (1983). El lenguaje y el pensamiento en el niño. Buenos Aires, Editorial Guadalupe. (Primera versión en Francés en 1923)
- Piaget , J. (1988). La construcción de lo real en el niño. Barcelona, Crítica-Grijalbo.
- Piaget , J. (1993). La representación del mundo en el niño. Madrid, Morata. (Primera versión en Francés en 1926)
- Pozo, J. I., Gómez Crespo M.A., Limon, M. y Sanz Serrano A. (1991). Procesos Cognitivos en la Comprensión de la Ciencia. Las Ideas de los Adolescentes sobre la Química. Madrid, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Redfors, A., Ryder, J. (1999). University physics students' explanations of phenomena involving the interaction between matter and radiation. Research in Science Education - Past, Present, and Future Vol.1. M. Komorek, Behrendt, H. , Dahncke, H. , Duit, R. , Graeber, W. , Kross, A. Kiel, IPN Kiel: 119-121.
- Saussure, F. (1988). Curso de Lingüística General. México, Fontamara.
- Selley, N. (1996). "Children's ideas on light and vision." International Journal of Science Education **18**(6): 713-723.
- Shayer, M., Wylam, H. (1981). "The development of the concept of heat and temperature in 10-13 year olds." Journal of Research in Science Teaching **18**(5): 419-434.
- Spiliotopoulou, V., Alevizos, P. (2001). Entities of the world and causality in children's thinking. Research in Science Education - Past, Present, and Future. H. Behrendt, Dahncke, H. , Duit, R. , Graeber, W. , Komorek, M. , Kross, A. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers: 113-118.
- Stavy, R., Strauss, S. (1983). Educational-developmental psychology and curriculum development: The case heat and temperature. Proceedings of the International Seminar

- "Misconceptions in Science and Mathematics". H. Helm, Novak, J. D. Ithaca, N. Y., Cornell University: 292-303.
- Stavy, R., Strauss, S. (1988). Ontogeny, phylogeny and historical development. Norwood, Nueva Jersey, Ablex Publishing Corporation.
- Stavy, R. (1996). Children's conceptions of the states of matter. Teaching the science of condensed matter and new materials. M. Michelini, Jona, S. , Cobai, D. Udine, Forum: 81-94.
- Steinberg, M. S., Clement, J. J. (2001). Evolving mental models of electric circuits. Research in Science Education - Past, Present, and Future. H. Behrendt, Dahncke, H. , Duit, R. , Graeber, W. , Komorek, M. , Kross, A. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers: 235-240.
- Tiberghien, A., Delacote, G. (1976). "Manipulation et representations de circuits electrique simples chez des enfants de 7 a 12 ans." Review Francaise de Pedagogie **34**: 32-44.
- Tiberghien, A., Delacote, G. (1978). Resultats preliminaires sur la conception de la chaleur. Physics teaching in schools. G. Delacote. London, Taylor & Francis Ltd: 275-282.
- Tiberghien, A., Delacote, G., Ghiglione, R., Matalon, B. (1980). "Conceptions de la lumiere chez l'enfant de 10-12 ans." Revue Francaise de Pedagogie **50**: 24-41.
- Tiberghien, A. (1980). Modes and conditions of learning - an example: The learning of some aspects of the concept of heat. Cognitive development research in science and mathematics. Proceedings of an international seminar. W. F. Archenhold, Driver, R. , Orton, A. , Wood-Robinson, C. Leeds, University of Leeds: 288-309.
- Tsai, C. (1998). "An analysis of Taiwanese eighth graders' science achievement, scientific epistemological beliefs and cognitive structure outcomes after learning basic atomic theory." International Journal of Science Education **20**(4): 413-425.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. , Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. Handbook of research on science teaching and learning. D. Gabel. New York, Macmillan: 177-210
- Watson, J., Prieto, T. , Dillon, J. (1997). "Consistency of students' explanations about combustion." Science Education **81**(4): 425-443.
- Watson, R., Dillon, J. (1996). Progression in pupils' understanding of combustion. Research in Science Education in Europe. G. Welford, Osborne, J. , Scott, P. London, The Falmer Press: 243-253.