

CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS  
DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

PLATANO

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES EDUCATIVAS

LA NECESIDAD DE ENTENDER,  
EXPLICAR, Y ARGUMENTAR:  
LOS ALUMNOS DE PRIMARIA EN LA  
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS  
EN LA ESPECIALIDAD DE EDUCACION

PRESENTA  
LA LICENCIADA EN FISICA

MARIA ANTONIA CANDELA MARTIN

DIRECTORAS DE TESIS

MAESTRA EN ARTES  
ELSIE R. ROCKWELL R.

MAESTRA EN CIENCIAS DE LA EDUCACION  
RUTH MERCADO MALDONADO

MEXICO, 1989

## I N D I C E

LA RELACION DE LOS ALUMNOS CON EL CONTENIDO ESCOLAR

del Departamento de los Estados Unidos

del Departamento de Educación

### I N T R O D U C C I O N.....1

1.-Objeto de Estudio.....	3
2.-El Referente Empírico.....	7
3.-Trabajo de Campo.....	9
4.-Contenido de la Tesis.....	12

## C A P I T U L O I

ANTECEDENTES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES.....	15
1.-Aprendizaje por Descubrimiento.....	16
2.-La Crítica al Empirismo.....	22
3.-Los Libros de Texto Gratuitos de Ciencias Naturales de la Reforma Educativa 72-76 de México.....	26
4.-Hacia una Nueva Propuesta en la Enseñanza de la Ciencia: El Constructivismo.....	30

ANEXOS

## C A P I T U L O I I

DE LA LECCION ESCRITA AL SALON DE CLASE.....	42
1.-Del Libro de Texto al Maestro.....	44
a) Contenido Escolar.....	44
b) Transposiciones Didácticas.....	46
c) La Tarea del Maestro.....	49
2.-Formas de Presentación de la Actividad Experimental en el Aula.....	52
a) Comentarios Generales.....	54
b) Demostraciones.....	56
c) Resolución de Problemas.....	73
3.- Algunas Tendencias en la Forma de Presentación de las Actividades Experimentales.....	81
4.- Lo que se Puede Construir a Partir de la Presentación..	90

## CAPITULO III

LA RELACION DE LOS ALUMNOS CON EL CONTENIDO ESCOLAR.....	100
a) Razonamiento de los Alumnos.....	101
b) El Estudio de las Situaciones Didácticas.....	103
1.- La Necesidad de Entender.....	106
2.- El Papel Constructivo de la Interacción Social.....	129
a) Formulación de Explicaciones.....	133
b) Argumentación de las Ideas.....	152

## CAPITULO IV

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA RELACION ENTRE LOS MAESTROS Y LOS ALUMNOS.....	166
--	-----

BIBLIOGRAFIA.....	186
-------------------	-----

ANEXOS.....	195
-------------	-----

Para quien se dedica a este trabajo, el conocimiento de la realidad social y económica y el estudio de los fenómenos que se producen en ella, son fundamentales. La comprensión y el análisis de los problemas que se presentan en la vida social y económica, así como el estudio de las causas y consecuencias de los mismos, son tareas que requieren de un conocimiento profundo de la realidad y de una capacidad de análisis y síntesis. Este conocimiento y esta capacidad se adquieren a través del estudio y de la práctica. El estudio nos permite conocer los hechos y las teorías que se han desarrollado en el campo de la sociología y de la economía, y la práctica nos permite aplicar estos conocimientos a la realidad y a la solución de los problemas que se presentan en ella.

En la vida de la Reforma, fueron Parodi y Eduardo Rueda quienes, con su ejemplo y sus enseñanzas, nos enseñaron a ser críticos y a ser constructivos. Sus reflexiones sobre conceptos específicos y sus planteamientos de desarrollo se convirtieron en guías para nuestra vida profesional. A Ezequiel Fernández de Galdames le agradecemos su presencia permanente, sus consejos y la detallada lectura de nuestros trabajos.

El momento de la vida que vivimos es un momento de cambios y de desafíos. Necesitamos de la experiencia de la práctica docente para poder responder a los desafíos que se nos presentan. Necesitamos de la experiencia de la práctica docente para poder responder a los desafíos que se nos presentan. Necesitamos de la experiencia de la práctica docente para poder responder a los desafíos que se nos presentan.

A mis hijos  
Ernesto y Julia,  
mi realidad y mi  
fuerza.

Este libro es el resultado de un trabajo que he realizado durante muchos años. He querido compartir con ustedes lo que he aprendido y lo que he vivido. Espero que les sea útil y que les inspire a seguir aprendiendo y creciendo. Este libro es el resultado de un trabajo que he realizado durante muchos años. He querido compartir con ustedes lo que he aprendido y lo que he vivido. Espero que les sea útil y que les inspire a seguir aprendiendo y creciendo.

Para poder realizar este trabajo recibí apoyos muy valiosos de numerosos amigos y compañeros. Quiero destacar en primer lugar y especialmente la confianza y orientaciones fundamentales de Elsie Rockwell. Sin ellas no hubiera emprendido y culminado esta tarea. Agradezco también el cuidado y dedicación en la lectura, y las orientaciones concretas de Ruth Mercado que fueron de gran utilidad para hacer el análisis. Las pláticas con Leopoldo Pineda y sus comentarios me ayudaron a estructurar las ideas.

Luis de la Peña, Ruth Paradise y Eduardo Remedi rebasaron con mucho sus compromisos formales haciendo evidente su interés por mi trabajo. Sus reflexiones sobre conceptos específicos y enfoques desarrollados me permitieron afinar y profundizar los planteamientos. A Susana Quintanilla le agradezco su cariñosa presencia permanente, sus consejos y la detallada lectura de los manuscritos.

La naturaleza de la tesis requiere de un trabajo en equipo así como de recoger la experiencia de la práctica docente. Para lo primero fue fundamental el trabajo colectivo y la colaboración camaraderil desarrollados por varios años con Norma Venegas y Ana Isabel León. Con ellas he elaborado una propuesta de investigación y trabajo en la enseñanza de las ciencias naturales que está presente en la tesis. La contribución de Rodolfo, Pomposa, Marco, Alfredo, Pancho, Mario, Lupita y todos los maestros de primaria con los que trabajé, me permitieron recoger la riqueza de su experiencia y la creatividad de su práctica. Su ejemplo, al vivir con sus niños la aventura de enseñar y aprender en el trabajo

cotidiano, sin más recurso que sus recuerdos y su sensibilidad y deseos de sacarlos adelante, es invaluable.

Finalmente quiero reconocer a Ernesto y a Julia, mis hijos, la tolerancia que tuvieron durante estos años y el aliento que me dieron en momentos difíciles, para poder seguir adelante.

Mi agradecimiento a Rosa María Martínez que me ayudó con la mecanografía, a mis hermanas y a todos los que estuvieron cerca y me alentaron en la culminación de este esfuerzo.

## INTRODUCCION

La enseñanza de las ciencias naturales es uno de los problemas educativos a los que se han destinado más recursos económicos y humanos. Como resultado de este interés, se desarrollaron múltiples proyectos de enseñanza de las ciencias naturales, en su mayoría propuestas didácticas sustentadas en investigaciones de carácter experimental sobre el aprendizaje. Este desarrollo no fue acompañado, sin embargo, de una reflexión sobre el proceso de transmisión y construcción del conocimiento científico en condiciones escolares, esto es, no se conoce suficientemente la realidad que se quiere transformar. La carencia de estudios en torno a este tema es significativa, en tanto para "...para poder comprender el sentido de las transformaciones actuales y potenciales que se dan en las escuelas primarias del país es imprescindible profundizar en el análisis de la cotidianeidad escolar... [donde] se encuentra la posibilidad de preveer los ordenamientos posibles de los elementos del presente y pasado..." (Rockwell 1982).

Analizar esa realidad cotidiana concreta, estudiar la riqueza

de la práctica docente, reconstruirla para comprender su propia lógica, descubrir el significado de la experiencia escolar para los sujetos que la viven y, en general, investigar los procesos que tienen lugar en la escuela, es una tarea necesaria para orientar la actividad escolar y tender los puentes indispensables entre la investigación didáctica y el trabajo en el aula.

Las propuestas externas pueden modificar en cierto sentido la realidad escolar, pero sobre todo cuando se vinculan con y permiten desarrollar tendencias y relaciones existentes, al menos en germen, en la dinámica cotidiana del salón de clases. Por este motivo, en este trabajo se estudian, en situaciones escolares cotidianas, algunos de los procesos que propician la expresión de las concepciones de los alumnos sobre los fenómenos naturales y el desarrollo de actitudes científicas, así como las condiciones en las que estos procesos aparecen. El análisis, desde la perspectiva de los avances en teoría del conocimiento y del aprendizaje de la ciencia, de esta problemática, puede constituir un punto de partida para generar propuestas de enseñanza de la ciencia que retomen lo mejor de la práctica educativa y que propicien el espíritu crítico, la creatividad, la independencia y la autonomía del alumno haciendo hincapié en que encuentre sus propias respuestas a sus propias preguntas, mediante experimentos, razonamientos críticos, confrontación de puntos de vista, y sobre todo, encontrando un sentido a estas actividades. (Kamii 1982).



## 1.- OBJETO DE ESTUDIO.

En este trabajo se intenta mostrar la capacidad de los alumnos para participar en la construcción del contenido escolar y para poner en juego sus concepciones y algunas actitudes científicas en la confrontación de explicaciones alternativas, haciendo evolucionar, en algunas ocasiones, las concepciones expresadas durante una confrontación. Esto se estudia en la dinámica de la interacción establecida entre el maestro y los alumnos en los espacios que se abren para la expresión de opiniones alternativas sobre los contenidos de ciencias naturales en la escuela primaria; espacios donde los alumnos formulan explicaciones sobre los fenómenos que observan, las confrontan con sus compañeros y buscan argumentos para validar sus puntos de vista. Se considera que, en estas situaciones, es posible conocer algunas manifestaciones del razonamiento que siguen en torno sobre el contenido, sin que con esto se quieran sacar conclusiones sobre el origen de estas opiniones ni sobre lo que los alumnos aprenden, para lo cual se requiere otro tipo de investigación. En estos espacios escolares probablemente se dan condiciones más favorables al aprendizaje ya que permiten que se exprese y desarrolle una relación de los alumnos con el contenido en base a sus propias concepciones y no en base a la repetición irreflexiva de los conceptos de la ciencia.

Se parte de que, aunque la escuela transmite, de manera dominante, una concepción receptiva de la ciencia(1) (Gordon

1986), esto no implica que los alumnos sean sujetos pasivos que simplemente repiten lo que se les indica, que sólo sigan las pistas del maestro y que no tengan concepciones, representaciones e intereses propios sobre el contenido que se aborda en el aula. En la trama de relaciones que se establece en el salón de clase, se abren espacios en la dinámica de la interacción entre los tres elementos de la situación didáctica (Brousseau 1982) —maestro, alumnos y conocimiento— donde los alumnos pueden expresar concepciones alternativas a las planteadas por el Libro de Texto y por el maestro, donde correlacionan su conocimiento extraescolar con lo "dado" en la escuela, donde expresan dudas en torno a los saberes transmitidos, donde confrontan opiniones diversas, y donde, en fin, ponen en juego el razonamiento y las concepciones que tienen sobre el contenido. E. Rockwell (1982) plantea: "En cualquier grupo escolar se observan señales de toda una actividad autónoma de aprendizaje por parte de los alumnos, es decir, una actividad que no tiene correspondencia 'uno a uno' con las intervenciones e instrucciones del docente". Frente a las pistas que da el Libro de Texto y el maestro, demandando generalmente una contestación definida (la respuesta "correcta"), las intervenciones de los alumnos pueden abrir una gama de respuestas divergentes posiblemente surgidas de concepciones alternativas o de que su razonamiento sigue una lógica distinta de la que el libro o el maestro demandan.

Para rescatar estos procesos, fue necesario tratar de ver el fenómeno educativo desde la lógica que éste puede tener para los

sujetos directamente involucrados en él, por lo cual se adoptó una perspectiva etnográfica que permitiera adentrarse en la vida cotidiana del aula y tratar de entender el significado que estas situaciones tienen para los sujetos afectados. Con el enfoque etnográfico se pretende reconstruir los aspectos no documentados, rescatar lo cotidiano, lo inconsciente, lo oculto de la realidad escolar. Esta perspectiva requiere de estancias prolongadas en las escuelas para tratar de comprender la visión de alumnos y maestros sobre el proceso educativo y realizar una construcción de carácter cualitativo y descriptivo del trabajo de campo (Rockwell 1986).

El enfoque etnográfico es concebido como "un procedimiento de investigación que no requiere la definición inicial de un modelo teórico acabado que funcione como 'marco'. es decir que delimite el proceso de observación... Dado el estrecho vínculo entre observación y análisis, la definición de categorías teóricas de diferentes niveles se va construyendo en el proceso de investigación etnográfica." (Rockwell 1984). De esta manera es en el propio trabajo de análisis y de reflexión sobre la realidad donde se van construyendo las mediaciones y donde van adquiriendo sentido concreto las grandes categorías que aporta una cierta visión teórica general, que en este caso es la concepción constructivista del aprendizaje y de la construcción científica.

Del proceso de actividad de los alumnos, generalmente no explicitado en el aula, se analiza aquella parte que se puede inferir de las interacciones verbales recogidas en los registros de las observaciones realizadas en el salón de clase.

Para evitar que en este trabajo se interpretara la construcción del conocimiento en sentido piagetiano (sentido que no es posible recoger por no tener información individual para ver cómo evolucionan las concepciones de los alumnos) se habla de "la construcción del contenido escolar". Por contenido escolar aquí se entiende la forma como los saberes, planteados en libros y programas, se expresan en la trama de relaciones establecidas entre el docente y los alumnos en el aula. Por tanto, el contenido escolar no es algo dado, sino el producto de un proceso social de elaboración que se expresa en las prácticas escolares cotidianas. Aunque esta elaboración social siempre existe, en este trabajo se habla de construcción colectiva o social del contenido escolar cuando se manifiesta una confrontación de puntos de vista distintos sobre un tema con la intención de llegar a un acuerdo. Esta situación se presenta cuando los alumnos manifiestan opiniones que siguen un razonamiento sobre el contenido, y no sólo responden a la lógica que demanda la interacción con el docente. Ello implica considerar tanto al maestro como a los alumnos como sujetos activos que ponen en juego la historia que los constituye social, intelectual y afectivamente (Edwards 1985) para apropiarse de los contenidos y contribuir a su construcción, en la trama de las relaciones establecidas en el aula (Rockwell y Ezpeleta 1983).

actividad experimental. Por esta razón, en la descripción se incluyen tanto las actividades experimentales realizadas en el aula de clase como aquellas que se hacen fuera de la escuela y que se dejan al lector, pero cuya realización y

## 2.- EL REFERENTE EMPIRICO.

Para estudiar algunos aspectos de los procesos que ocurren en las situaciones donde se expresan opiniones divergentes de los alumnos sobre contenidos de ciencias naturales, se escogió como referente empírico las actividades experimentales realizadas en el salón de clase.

Por actividad experimental se entiende aquellas acciones materiales de uno o varios sujetos, que requieren la manipulación del objeto que se quiere conocer, o de un objeto físico que representa, por analogía, un modelo del fenómeno que se quiere estudiar. Estas acciones están orientadas explícita o implícitamente a obtener información del objeto o estímulo desencadenante para conocer sus propiedades y explicarse los fenómenos naturales que se manifiestan a través de él o de su interacción con otros objetos físicos.

El análisis no se basa en la participación de los alumnos o del maestro en la manipulación del material sino en el tipo de razonamiento que se expresa en relación con la actividad, independientemente de que los sujetos manipulen personalmente o que solamente vean o escuchen otras opiniones vinculadas con la actividad experimental. Por esta razón, en la descripción se incluyen tanto las actividades experimentales realizadas en el salón de clase como aquellas que se hacen fuera de la escuela (como las que se dejan de tarea), pero cuya organización y

resultados son retomados y discutidos en el aula. Se toman tanto las que realiza el maestro frente al grupo, como las que hacen los alumnos individualmente, organizados en equipos, o un equipo frente al grupo; tanto las que se realizan antes como las que se hacen después de haberse dado información relevante, y también aquellas donde los alumnos actúan por iniciativa propia así como donde lo hacen guiados por las instrucciones del Libro de Texto o del maestro.

La selección de las actividades experimentales como referente empírico responde a las posibilidades que este tipo de actividad abre para que en el aula se establezca una relación que no se centre exclusivamente en el maestro. La práctica que implica trabajar sobre un objeto físico, presente o aludido, permite que los alumnos tengan otro punto de referencia sobre el que mantener la atención, al que pueden remitir la participación que demanda el maestro, y sobre el que pueden realizar sus propias reflexiones.

Además de esto, estudiar las actividades experimentales adquiere importancia ya que éstas son consideradas generalmente como el componente más importante de las propuestas innovadoras tanto de los currículos que tienen un enfoque empirista como de los que sostienen una posición constructivista. "La buena pedagogía implica forzosamente presentarle al niño situaciones en las cuales él mismo realice experimentos en el sentido más amplio del término. Consiste en probar las cosas para ver qué sucede, en manipularlas, en manipular símbolos, en formular preguntas y buscar sus propias respuestas, en reconciliar lo que descubre en

un momento con lo que descubre en otro y en comparar sus propios descubrimientos con los de otros niños" (Duckworth 1979).

### 3. TRABAJO DE CAMPO.

Los registros de observaciones de clases de ciencias naturales en la escuela primaria que fueron la base del estudio que se presenta se obtuvieron de tres fuentes. En todas ellas las observaciones fueron realizadas pidiéndole al maestro que trabajara como siempre lo hace y aclarándole que la observación no tenía ninguna intención evaluativa.

Del proyecto del DIE "Estudio Cualitativo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Cuatro Grupos de Primaria" (Gálvez y Rockwell 1981) se seleccionaron 5 registros donde aparecen 6 actividades experimentales. Estas observaciones fueron hechas en el periodo escolar 75-76 en segundo y quinto grados de dos primarias oficiales de D.F. de nivel socioeconómico bajo. En el segundo grado los niños tenían entre 7 y 9 años, mientras en el quinto grado tenían entre 10 y 12 años.

Otros registros se obtuvieron del proyecto realizado en el DIE en 1978, bajo la coordinación de J.M. Gutierrez-Vázquez llamado "Diagnóstico de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria". De ahí se analizaron 45 registros y se seleccionaron 10 donde se realizaban 19 actividades experimentales, que son nuestra unidad de análisis. Estas

observaciones fueron hechas en 5 escuelas primarias oficiales del D.F., de nivel socioeconómico bajo, en grupos de segundo a sexto grado. La edad de los niños fluctuaba entre los 7 y los 13 años.

Finalmente se obtuvieron 7 registros, donde se realizan 10 actividades experimentales, en el trabajo de campo realizado en el proyecto de investigación "Alternativas para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria" que yo coordino en el DIE. Estos registros fueron realizados en 1985 observando clases de ciencias naturales de segundo a sexto grado en una escuela primaria oficial de una zona marginal en las afueras del D.F., donde trabajan maestros recién egresados de la normal. En este caso la edad de los alumnos también está entre los 7 y los 13 años.

Para la selección de los registros se hicieron varias lecturas de ellos tratando de distinguir en la práctica escolar qué tipo de actividades podían considerarse como actividades experimentales. Después de varias idas y venidas entre lecturas teóricas y análisis de los registros, se obtuvieron 36 actividades experimentales de los 23 registros mencionados y se procedió a clasificarlas según su forma de presentación en el salón de clase.

Los registros seleccionados para el análisis de la participación de los alumnos se tomaron de las observaciones de 1985 donde el interés se centraba en recoger las intervenciones de los niños en el trabajo escolar. En esta investigación se contaba con los registros de observaciones de las clases de ciencias



naturales, y además se transcribieron las grabaciones de reuniones donde se discutieron estos registros con 13 maestros de la misma escuela. Esto permitió tener mucha más información de contexto y de lo que pensaban los maestros sobre los problemas de su propio quehacer docente en el área de ciencias naturales.

Es necesario aclarar también, que en el caso de estos maestros, el trabajo de investigación se inició por solicitud de ellos mismos, para tratar de mejorar su trabajo académico. El compromiso de estos maestros con sus alumnos, su interés por encontrar alternativas educativas más formativas, así como el que sean casi recién egresados de la normal (el que tenía más antigüedad era de 4 años) y que hayan sido formados con los Libros de Texto actualmente vigentes, (tanto en su educación primaria como en la recibida en la normal) les da características particulares que fueron tomadas en cuenta en la descripción y permitieron establecer algunos puntos de comparación con otros maestros.

También fué importante considerar que en 1975 y 1976 el trabajo experimental era una modalidad propuesta en los Libros de Texto recién elaborados y que ésto junto con la nueva metodología planteada, con la introducción de contenidos que no eran conocidos por los maestros y la falta de capacitación para el manejo del texto, eran fuentes de confusión en el trabajo escolar. La situación fue variando posteriormente. Los procesos de apropiación y de ubicación de las propuestas didácticas dentro del conjunto de tradiciones de enseñanza de la escuela, pasan seguramente por un

periodo transitorio, donde pesan mucho las resistencias contra el cambio impuesto, y por tanto, el efecto de las propuestas sobre la práctica escolar puede ser mejor analizado a largo plazo.

de las actividades experimentales para analizar hasta qué punto esta presentación condiciona la forma de relación que los alumnos

#### 4.- CONTENIDO DE LA TESIS.

En el tercer capítulo se analiza la relación de los alumnos con Este trabajo se aborda en cuatro capítulos.

En el primer capítulo se revisan algunas de las concepciones que han dominado en los últimos 30 años en los proyectos de enseñanza de las ciencias naturales, a nivel internacional y en Libros de Texto Gratuitos de Ciencias Naturales para la educación primaria de México. Se incluyen éstos últimos por ser el referente directo para la realización de la mayor parte de las actividades experimentales que se realizan en el salón de clase en las escuelas primarias que es donde se hizo el estudio.

En el segundo capítulo se estudia la forma de presentación de las 36 actividades experimentales seleccionadas, en el salón de clases. Las actividades se clasificaron en: demostraciones y resolución de problemas, dependiendo de si se realizaban antes o después de que el alumno recibiera información relevante (por parte del maestro o del libro) que orientara su participación. Esto es, si al menos en principio se tenía la intención de que los alumnos buscaran sus propias explicaciones al fenómeno observado o si se les daba de antemano la información a "donde tenían que llegar". En este capítulo la descripción se centra en la

participación del maestro, analizando las modificaciones que éste realiza del contenido que aparece en el texto, para presentarlo a los alumnos. Se mantiene como referente la forma de presentación de las actividades experimentales para analizar hasta qué punto esta presentación condiciona la forma de relación que los alumnos pueden establecer con el contenido.

En el tercer capítulo se analiza la relación de los alumnos con el contenido presentado en el salón de clase a través de las actividades experimentales. Se estudian los elementos que pueden influir en esta relación para abrir espacios en la dinámica de la interacción en donde los alumnos puedan expresar sus propias concepciones sobre el contenido. En esta parte del análisis se estudia la participación de los alumnos en torno a la dinámica de la interacción establecida con el maestro relacionándola con la participación que se basa en un razonamiento sobre el contenido. Se estudian las relaciones entre estos dos tipos de razonamiento que parecen guiar las participaciones de los alumnos y se analiza cuándo éstos entran en contradicción generándose obstáculos en la comunicación entre los alumnos y el maestro, cuándo estos razonamientos se apoyan o cuándo uno bloquea al otro. Uno de los aspectos centrales del trabajo que aquí se presenta es la descripción de la participación de los alumnos en torno al contenido a través de la formulación de explicaciones, la confrontación de estas opiniones entre los alumnos y de la argumentación para validar sus ideas al respecto.

Finalmente, en la última parte del trabajo se sacan algunas

consecuencias del estudio realizado, centrando la reflexión en la relación de los alumnos y el maestro en las situaciones analizadas.

### Notas

#### ANTECEDENTES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES.

(1) Para David Gordon la concepción receptiva de la ciencia que transmite la escuela es aquella donde la ciencia se presenta como la acumulación de conceptos acabados, "verdaderos" que deben ser apropiados por los alumnos con la mediación del maestro que, aunque deje expresarse a los alumnos, es él el que aclara, explica y concluye, legitimando el saber transmitido.

El movimiento por la renovación de la enseñanza de las ciencias naturales, en todos los niveles de la educación.

La contienda político-militar entre los dos bloques sociales liderados por Euzkadi URSS, como en el centro de los problemas de necesidad de impulsar el desarrollo científico y tecnológico. En 1958 se impulsó una reforma global del sistema educativo con el objetivo de aprovechar al máximo los recursos intelectuales que permitirían impulsar un período de nuevo progreso. A partir de entonces, se destinaron recursos económicos y humanos, sin precedentes en la historia de la educación, para promover la formación científica de amplios sectores de la población. Este recurso fueron canalizados, básicamente, hacia la producción de nuevos materiales didácticos de ciencias naturales.

En la realización de estos proyectos se llevó a cabo un estudio

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES.

El lanzamiento del Sputnik soviético, en 1957, desencadenó, primero en EU y más tarde en otros países de occidente, un movimiento por la renovación de la enseñanza de las ciencias naturales, en todos los niveles de la educación.

La contienda político-militar entre los dos bloques sociales, liderados por EU y la URSS, puso en el centro de los problemas la necesidad de impulsar el desarrollo científico y tecnológico. En EU se impulsó una reforma global del sistema educativo con el objetivo de aprovechar al máximo los recursos intelectuales que permitieran impulsar un periodo de nuevo progreso. A partir de entonces, se destinaron recursos económicos y humanos, sin precedentes en la historia de la educación, para promover una formación científica de amplios sectores de la población. Estos recursos fueron canalizados, básicamente, hacia la producción de nuevos materiales didácticos de ciencias naturales.

En la realización de estos proyectos se llevó a cabo un debate

entre científicos y psicólogos, en torno a diversas concepciones sobre la estructura de las disciplinas (esquemas conceptuales, jerarquías, objetivos, qué contenidos, con qué orden, en qué cantidad), sobre el aprendizaje del alumno y la enseñanza (intuición, riesgo intelectual, descubrimiento, guía, interés, transferencia, duda, capacidad crítica) y sobre las características del desarrollo de la ciencia (cómo se construye el conocimiento científico, papel del método, la formación de una actitud científica, cómo avanza la ciencia). Las concepciones debatidas se sustentaban, explícita o implícitamente, en diferentes posiciones epistemológicas, psicológicas, de política científica y de teoría educativa.

No es el propósito de este trabajo abordar este debate en todos sus aspectos por lo que la exposición se centrará en lo que fue, quizá, el aspecto innovador más importante de las propuestas de educación científica en los 60: el aprendizaje por descubrimiento.

disciplina, ideas que posteriormente pueden ser formalizadas.  
mona) Aprendizaje por Descubrimiento. Un significado como podería  
por lo que el plan de estudios debe plantear los con-

La concepción de aprendizaje por descubrimiento fue difundida principalmente por Jerome Bruner en su libro: El Proceso de la Educación, publicado en 1960. Dicho autor parte de la premisa de que la actividad intelectual es la misma en la frontera de la ciencia que en un aula de tercer grado, y sostiene que el descubrimiento es la correlación entre las estructuras de la

disciplina o de un fenómeno exterior al sujeto, y las estructuras intelectuales de éste. Este psicólogo, de orientación cognoscitivista, considera que los fundamentos de cualquier materia pueden enseñarse a cualquier persona de cualquier edad en alguna forma, y que en las primeras etapas de desarrollo del niño éste puede captar intuitivamente y de manera concreta gran parte de las ideas básicas de la ciencia.

Para Bruner, la formación científica tiene una relación estrecha con la transmisión de la estructura de la disciplina científica que se pretende enseñar, lo cual permite hacer transferencia de los principios y actitudes científicas (que son parte de las ideas básicas), a nuevas situaciones. Entiende por estructura las relaciones que se establecen entre los fenómenos, y plantea que captar la estructura de un tema implica comprender las relaciones entre sus partes y la forma como se vincula con otros temas afines. Desde su perspectiva, el aprendizaje de la estructura pasa por la intuición de las ideas básicas de la disciplina, mismas que posteriormente pueden ser formalizadas y manipuladas. Estas ideas básicas son tan sencillas como poderosas, por lo que el plan de estudios debe plantear los conceptos importantes de cada disciplina lo antes posible, y elaborarse en espiral alrededor de estos temas y principios. Por intuición entiende la capacidad de producir conjeturas, hipótesis, formulaciones plausibles y conclusiones provisionales; y para desarrollarla hay que enfrentar a los alumnos a la realización de actividades en las que puedan encontrar incongruencias entre lo

que piensan y lo que observan. Los alumnos pueden resolver estas incongruencias "descubriendo" un nuevo concepto, mismo que, para Bruner, coincide con las "ideas básicas de la ciencia".

Bruner pone énfasis en el proceso de descubrimiento como un objetivo de la enseñanza mucho más importante que el aprendizaje de respuestas "correctas". Para él, la calificación y el hincapie en las respuestas "correctas" inhibe el pensamiento intuitivo y la actividad intelectual creativa de los alumnos. Sugiere así, la conveniencia de aceptar una gama de respuestas alternativas frente a las expectativas de una sola opción que limitan el desarrollo intelectual del educando.

"El desarrollo intelectual se caracteriza por la creciente capacidad para considerar varias alternativas simultáneamente, por la creciente independencia de la reacción respecto a la naturaleza inmediata del estímulo,... El desarrollo intelectual entraña una creciente capacidad para explicarse y explicar a los demás mediante palabras o símbolos lo que uno ha hecho o va a hacer,... El desarrollo intelectual depende de una relación sistemática y contingente entre el profesor y el alumno." (Bruner 1972).

En la aplicación práctica de estas tesis, para la elaboración de diversos materiales didácticos, existió mucha ambigüedad. Algunos materiales utilizaron el "aprendizaje por descubrimiento" como un método de instrucción frente al método "tradicional", "expositivo" o "guiado"; otros, lo utilizaron como un objetivo de la enseñanza: "aprender a descubrir", confrontándolo con la enseñanza de contenidos y de la estructura de la materia. Se planteó, también, como el proceso interno que debe de ser



promovido en el alumno, en vez de impulsar sólo el aprendizaje de conductas que se adquieren en un proceso guiado desde el exterior, como sostienen los conductistas (Shulman y Tamir 1973).

En la práctica, el objetivo fundamental de la enseñanza de la ciencia, dentro de la corriente de "aprendizaje por descubrimiento" (modificando, en parte, los planteamientos de Bruner), ha sido el de la enseñanza del "método científico" a través de que los alumnos realicen actividades experimentales para que descubran, de manera autónoma e inductiva, los conceptos científicos. Se pretendió, así, superar la enseñanza tradicional centrada en la trasmisión verbal de los contenidos científicos por parte del maestro.

Desde el inicio de la puesta en práctica de los nuevos currículos se encontró, en diversos trabajos de seguimiento y evaluación, que éstos tenían un efecto muy pobre sobre el trabajo escolar, sobre todo cuando se analizaban estos resultados a la luz de las expectativas que se habían creado. Surgió así, la necesidad de estudiar detenidamente los planteamientos realizados, la forma de implementarlos y las concepciones en las que se apoyaban. Las primeras revisiones plantearon modificaciones en la forma de presentación y en la selección de los contenidos que se iban a enseñar, siguiendo la idea de que las propuestas didácticas fueran capaces de atraer el interés del educando.

A partir de estas revisiones, se produjeron currículos alrededor de "núcleos de interés" de los alumnos. Se generalizó una corriente, que tuvo una presencia importante en los 70, que

destacaba la necesidad de que el material elaborado tuviera un enfoque interdisciplinario. Mas tarde, en los 80, también adquirieron cierta importancia las propuestas que organizaban el contenido en torno a problemas que surgen de la relación entre la ciencia y la sociedad. Se encontró que estas diferencias en la estructura, en el lenguaje y en la forma de presentación del contenido no producían cambios sustanciales en el trabajo escolar ni tampoco lograban, como era uno de los objetivos, desarrollar actitudes más positivas de los alumnos hacia la ciencia. La elaboración de material didáctico para los maestros, las modificaciones en la redacción de los objetivos educativos, el desarrollo de diversos proyectos de capacitación para maestros y la utilización de nuevos medios técnicos para presentar el material (videos, folletos, equipos de experimentación, y más recientemente, las computadoras) tampoco parecían producir resultados significativamente distintos entre los proyectos de "aprendizaje por descubrimiento" y los de enseñanza expositiva o de aprendizaje guiado (Ausubel 1978, Rachelson 1977, Shulman y Tamir 1973, Gil 1973, Hodson 1985). Se empezó a pensar que era una falsa polaridad la que se había presentado entre el "aprendizaje por descubrimiento" y el "aprendizaje guiado", característico de las concepciones conductistas (Shulman 1970).

Por ser el resultado de una revisión de gran envergadura (realizada en 1977 en EU) se menciona el trabajo de Yager y Penich (1983) que transmite las conclusiones de una evaluación nacional encargada por la National Science Foundation, que se apoyó en tres

estudios: uno que recogía toda la literatura sobre la enseñanza de la ciencia elaborada en EU del 57 al 75; otro sobre currículo y métodos de enseñanza, obtenido de la aplicación de cuestionarios a maestros, administradores y personal escolar en todo el país y el último sobre observaciones de clase en 11 centros de enseñanza básica, representativos de diferentes comunidades nacionales.

Entre los resultados de mayor interés de este trabajo se encuentran los siguientes:

-90% de los maestros de ciencias naturales utilizan un libro de texto el 90% del tiempo.

-la exposición del maestro, la lectura del libro y la recitación posterior por parte de los alumnos siguen siendo las formas fundamentales de instrucción.

-las actividades experimentales se limitan a ejercicios y prácticas de verificación de la información dada por el libro de texto o por el maestro.

-se sigue evaluando repetición de contenidos, vocabulario, definiciones, fórmulas, leyes, etc.

-la ciencia en la escuela no retoma las ideas ni la experiencia extraescolar de los alumnos.

-la enseñanza de la ciencia no tiene incidencia sobre lo que los alumnos piensan ni sobre lo que hacen.

Como dice Ausubel (1978), "Como los términos laboratorio y método científico se volvieron sacrosantos (...), los estudiantes fueron obligados a remedar los aspectos exteriores, conspicuos e inherentemente triviales del método científico (...). En realidad con este procedimiento aprendieron poco de la materia y menos aún del método científico."

En otros países, se obtuvieron conclusiones semejantes, por lo que a finales de los 70 ya se hablaba del "fracaso" del movimiento

renovador que no logró impulsar una formación científica, como se esperaba, donde los alumnos desarrollaran actitudes científicas y pusieran en práctica el método científico.

b) La Crítica al Empirismo.

Al tratar de explicarse las razones de lo que se llamó el "fracaso" de las innovaciones en la enseñanza de las ciencias naturales, se generalizó gradualmente la conciencia de que existían problemas más profundos que no estaban siendo considerados.

Desde la sociología, se cuestionó la pretensión de que la modificación de un solo de los múltiples factores que intervienen en el proceso educativo, como es, en este caso, el material didáctico, pudiera producir cambios en una dirección predefinida, sin tomar en cuenta las resistencias del propio sistema y la tendencia a la reproducción de las prácticas dominantes (Egglestone 1980).

Estudios sobre las concepciones de los alumnos (Viennot 1979) mostraban que, a pesar de su paso por la escuela e incluso hasta después de una formación científica de nivel superior, los alumnos seguían manteniendo, en paralelo, concepciones sobre los fenómenos físicos distintas a las que manejaban escolarmente(1). Esto fue convenciendo a los especialistas en enseñanza de la ciencia de la necesidad de una revisión a fondo de los planteamientos

sustentados.

Paralelamente, se empezó a cuestionar el enfoque epistemológico empirista en el que se apoyaban las propuestas de "aprendizaje por descubrimiento" (Phillips 1985, Hodson 1985), para explicar porqué no era posible que estos proyectos operaran como se proponía. Sin entrar a fondo en el debate contra el empirismo, se plantearán algunos de los postulados básicos de esta concepción que han sido cuestionados.

En primer lugar, se puso en evidencia el mito del científicismo que planteaba la superioridad del conocimiento científico sobre otras formas de conocimiento (Dewey 1946). Hoy existe un debate en este aspecto, encontrándose incluso posiciones extremas que sostienen el relativismo de teorías científicas alternativas (Kuhn 1962), argumentando que las teorías se validan dentro de sus propios marcos de referencia (o paradigmas) y que los distintos paradigmas son inconmensurables y no puede probarse que uno sea superior a otro.

Para el empirismo, la superioridad del conocimiento científico se basa en la supuesta objetividad de la observación. Según esta corriente, la observación neutral y objetiva y la invariancia de los significados de un observable es el origen del conocimiento y aporta la evidencia que permite refutar o validar una teoría. Así, la observación de un fenómeno o los resultados de un experimento conducen a una conclusión única. Este hecho haría posible el descubrimiento autónomo e inductivo de los conceptos científicos en el proceso educativo.

Para el empirismo, la ciencia es el producto de la acumulación de respuestas "verdaderas" que se derivan de la aplicación del "método científico" y que, por asociación, van formando las ideas y teorías donde se articulan conceptos cada vez más complejos y abstractos. Estos planteamientos tienen fuertes consecuencias en la enseñanza de las ciencias naturales, al considerar que la realización de los experimentos puede conducir a los alumnos, independientemente de su edad, de su experiencia y de su ambiente social y cultural, a una conclusión, y que ésta debe coincidir con la que actualmente sostiene la ciencia. De aquí la validez que se da al trabajo individual y a la posibilidad de que el alumno descubra, de manera autónoma, los conceptos y las ideas científicas.

En contra del supuesto de la objetividad de la observación, actualmente se considera que "la teoría, hipótesis, marco de referencia y conocimientos previos que sostiene un investigador influyen fuertemente sobre lo que observa" (Hanson 1958). Se ha encontrado que esto también ocurre, de manera muy evidente, con los alumnos. También se ha visto que existe un conjunto de teorías que son compatibles con una evidencia concreta, y se reconoce que dentro de una teoría se hacen adecuaciones y ajustes para explicar los contraejemplos sin que se requiera desecharla, mas que en el caso de que ésta ya no sea capaz de mantener la coherencia interna ni de explicar un conjunto de fenómenos, mientras que concepciones alternativas sean capaces de hacerlo de manera más adecuada (Lakatos 1970, Canguilhem 1973).

Por eso se cae en el experimentalismo cuando se asume que la experiencia verifica o refuta de manera contundente una hipótesis, y cuando se plantea que la "evidencia" modifica directa e inmediatamente las ideas, conceptos y teorías que sostienen a la hipótesis, sin tomar en cuenta que generalmente no se "ve" esa evidencia y que, cuando ésta se percibe, suelen ponerse en juego una serie de recursos de argumentación para sostener las ideas y teorías a pesar de la evidencia en contra.

El empirismo olvida el papel central que juega en la ciencia la elaboración de hipótesis diversas sobre un fenómeno, así como la importancia que tiene el pensamiento divergente en el trabajo científico (Hempel 1976), además de no tomar en cuenta el carácter social y dirigido (por los paradigmas dominantes) que ha tenido la construcción del conocimiento científico en la historia.

A la luz de la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia, en la actualidad se reconoce que más que un proceso progresivo, acumulativo y lineal, la historia de la construcción científica está llena de equívocos, de problemas, de explicaciones alternativas y contrapuestas sobre un mismo fenómeno y de rupturas conceptuales que cuestionan las explicaciones previas que se tenían.

Ciertos filósofos de la ciencia, como Feyerabend (1970), sostienen que el "método científico" apoyado en principios firmes e invariables también es un mito. A la luz de la historia de la ciencia... "Encontramos que no existe ni una simple regla, por más plausible y firmemente apoyada que esté en la epistemología, que

no sea violada en un momento u otro. Se vuelve evidente que tales violaciones no son eventos accidentales... por el contrario son necesarias para el progreso".

El trabajo de Kuhn (1971), La Estructura de las Revoluciones Científicas, hace ver que la ciencia se desarrolla en el marco de grandes paradigmas que marcan las teorías y concepciones que son aceptadas en un cierto momento por la comunidad científica, las preguntas y los problemas que se considera válido investigar, la interpretación que se hace de los hechos e incluso las reglas y los criterios que se utilizan en los juicios y razonamientos del periodo. Kuhn plantea, que con el cambio de paradigma, se realizan verdaderas revoluciones en donde cambia la interpretación de la realidad.

c) Los Libros de Texto Gratuitos de Ciencias Naturales de la Reforma Educativa en México.

A finales de los años 60, en México, se hace evidente la ineficiencia del discurso ideológico del gobierno que ya no podía apoyarse en el populismo postrevolucionario ni en las pequeñas concesiones económicas otorgadas a los sectores populares durante las décadas precedentes, debido al deterioro económico nacional y estatal.

En este marco, y después del movimiento estudiantil de 1968, el presidente Luis Echeverría propone, en 1970, realizar una Reforma



Educativa como parte importante de una serie de medidas para reconstruir la legitimidad perdida y revitalizar la ideología oficial con un discurso nacionalista más actualizado. Para ello, incorpora a sectores de la intelectualidad, muchos de los cuales habían cuestionado el régimen autoritario imperante. El material didáctico de la Reforma Educativa fue elaborado, fundamentalmente, por investigadores de las diferentes áreas de conocimiento provenientes de los centros de estudios superiores (El Colegio de México, UNAM e IPN). De esta manera, quita de las manos de la dirección del sindicato del magisterio (SNTE), de los viejos sectores de la burocracia normalista y de la burocracia de la Secretaría de Educación Pública el control sobre este importante instrumento político e ideológico.

Los nuevos Libros de Texto de primaria, y en particular los de ciencias naturales, aportan elementos de modernización científica y pedagógica al discurso educativo al plantear, por un lado, la actualización de la información y la metodología científica, así como una mayor vinculación del contenido y de la presentación con las características y necesidades de la sociedad actual, y por otro, al considerar el aprendizaje como resultado del propio quehacer del educando y sostener la necesidad de desarrollar habilidades que formen una capacidad crítica y creativa en los niños para que obtengan un conocimiento más "racional" del medio que les rodea y de sí mismos (Gutiérrez-Vázquez, 1975).

Si bien los Libros de Texto de Ciencias Naturales de la Reforma proponen que se realicen una gran cantidad de actividades

experimentales para que los alumnos tengan una confrontación directa con los fenómenos naturales que van a estudiar, generalmente, tanto los problemas como el procedimiento y las respuestas a las que hay que llegar están dados. Se concibe de antemano lo que los alumnos pueden observar y concluir en las actividades, la forma en que lo pueden relacionar con otras experiencias y la construcción que pueden ir haciendo a partir de la adición de estos elementos. Se pretende transmitir al niño las "ideas básicas de las disciplinas" y se organiza la adquisición de los conceptos "centrales" detallando las actividades, las preguntas, las referencias al medio extraescolar y a la experiencia de los niños que se pueden incorporar. En términos analíticos, se puede ubicar a los libros dentro del empirismo porque el currículo está organizado en función de que se llegue a los conceptos de la ciencia, sin tomar en cuenta las posibilidades cognitivas de los alumnos y el complejo proceso de construcción del conocimiento científico. Se presentan los resultados como si éstos fueran aprensibles al observarse un fenómeno o mencionarse un concepto.

Sin embargo, también se puede decir que la preocupación porque los alumnos realicen actividades experimentales, porque hagan preguntas, porque discutan entre ellos, y la importancia que se da en los libros al papel formativo del trabajo en equipos, pone el acento en el proceso de reflexión y confrontación de concepciones más que en los productos. Existía, entre los autores, un interés especial por promover procesos de reflexión propios en los niños

por lo que, en los Libros de Texto de Ciencias Naturales, 90.8% de las actividades experimentales son planteadas como resolución de problemas (esto es que el concepto se menciona después de haber sido propuesta la actividad). Sólo 9.2% de éstas se presentan como demostraciones de conceptos previamente expuestos (Ramírez 1982).

Los libros transmiten una preocupación por un desarrollo afectivo sano y equilibrado de los niños tratando temas como la necesidad de comunicación de sentimientos y afectos (69 grado), los cambios psicológicos, físicos y emocionales relacionados con la adolescencia, y las relaciones sexuales, que no eran temas tradicionalmente abordados en la escuela y que, sin embargo, resultan de mucha importancia para los alumnos, sobre todo en los últimos años de la primaria.

Los Libros de Ciencias Naturales también presentan una imagen nacionalista y democrática tanto en el contenido como en la presentación plástica que permite un reconocimiento de múltiples y ricas facetas naturales y culturales de nuestro país, para que cada niño encuentre algo en sus textos que le permita reconocer su medio ambiente cercano y, al mismo tiempo, los libros le describan visualmente su país y lo familiaricen con las manifestaciones de la cultura plástica universal.

En el anexo A se desarrolla, con detalle, el contexto socio-político en el que se realizaron los textos, la orientación psicológica y epistemológica implícita en los mismos, así como algunos trabajos que describen cómo son utilizados estos textos en el salón de clase. Estos estudios sirvieron como antecedentes de

esta tesis.

d) Hacia una Nueva Propuesta en la Enseñanza de la Ciencia: el Constructivismo.

La inoperancia de los modelos de "aprendizaje por descubrimiento" y las críticas al empirismo, condujeron, en los 80, independientemente de algunos intentos por volver al modelo de transmisión/asimilación de conocimientos ya elaborados (Hodson 1985; Novak 1982, Ausubel 1978), a la emergencia de un nuevo paradigma para la enseñanza de las ciencias naturales, sustentado en una concepción constructivista.

Si bien ya desde los 60 existían varios currículos de ciencias naturales con una orientación constructivista (ESS, Nuffield), sólo durante los últimos años empezó a hacerse dominante esta concepción en los proyectos de desarrollo y de investigación en enseñanza de las ciencias naturales. La relevancia que está adquiriendo el enfoque constructivista no implica que hayan desaparecido las tendencias empiristas, ya que éstas siguen teniendo importancia, por ejemplo, en las propuestas impulsadas por ciertos sectores de las autoridades educativas ubicadas dentro de la línea de la "tecnología educativa".

Una idea básica del constructivismo, que desarrolló originalmente Jean Piaget en sus trabajos sobre epistemología genética (Piaget 1969), consiste en concebir que a todos los niveles de desarrollo existen dos instrumentos de adquisición de

conocimientos: la asimilación de los objetos o eventos a los esquemas o estructuras anteriores del sujeto, y la acomodación de estos esquemas o estructuras en función del objeto que se habrá de asimilar. La naturaleza asimiladora, y no simplemente registradora, del conocimiento hace que el desarrollo cognitivo sea un proceso interactivo y constructivo. Interactivo porque involucra la relación del sujeto (y sus esquemas de asimilación) con el objeto (y sus propiedades). El carácter constructivo del conocimiento se refiere tanto al sujeto como al objeto, pues ambos están en un proceso de permanente construcción y, en consecuencia, el conocimiento siempre es relativo a un momento de este proceso y es producto de la interacción entre el sujeto y el objeto (Coll 1983). Desde el constructivismo, el aprendizaje escolar no puede concebirse como la recepción pasiva de conocimientos, sino como un proceso activo de elaboración de los mismos. Los esquemas de asimilación involucran la acción que aparece como origen de todo conocimiento. La acción, en este caso, se refiere tanto a la manipulación de materiales como a las acciones sociales o a las acciones internalizadas. La acción involucra: a) una transformación del objeto (física o conceptual); b) una transformación del sujeto (que consiste en una ampliación del dominio de aplicación de sus esquemas cognitivos o en una modificación de dichos esquemas) (Ferreiro 1985).

Desde la psicología genética, también se cuestiona la pretendida objetividad de la observación: "La asimilación de los estímulos es siempre más o menos deformante, según los sistemas de

asimilación (las estructuras cognitivas) implicados en el proceso, lo que provoca interpretaciones a menudo no unívocas de un mismo observable, así como la tendencia a deformar los datos de la experiencia" (Coll 1978). De esta manera, los errores no pueden entenderse como algo que es posible evitar, sino como etapas necesarias del proceso de construcción del conocimiento. Además, los niños elaboran representaciones, hipótesis y teorías sobre los fenómenos con los que interactúan, y es a partir de estas concepciones que observan e interpretan la realidad (Karmiloff e Inhelder 1975). Las opiniones divergentes de los alumnos pueden corresponder a los esquemas alternativos que han construido, y éstos pueden diferir esencialmente de los que sostiene actualmente la ciencia, aunque en ocasiones se encuentra cierta relación entre estos esquemas alternativos y las concepciones que han existido en la historia del conocimiento científico.

En la ciencia, en particular en la física, los niños elaboran modelos sobre su medio ambiente físico que, como plantea G. Bachelard (1981), y como se corrobora en las investigaciones de Karmiloff e Inhelder (1975), pueden constituir un obstáculo epistemológico para acceder al conocimiento científico. El paso de un estado de espíritu precientífico a un estado de espíritu científico, para Bachelard, pasa por un vuelco completo de la manera de aprehender la realidad. En consecuencia, se cuestiona la posición de Bruner, quien consideraba que los niños pueden intuir las ideas básicas de la ciencia y que entre la formación de las concepciones intuitivas y su desarrollo posterior hacia

concepciones científicas no había un cambio cualitativo sino simplemente una progresiva profundización y formalización. Asimismo, se refuerza la importancia de que el trabajo escolar analice y parta de las concepciones de los alumnos y tome en cuenta su pensamiento divergente, para desarrollar dichas concepciones, pero sin pretender que este proceso pueda llevar, en todos los casos, hasta las ideas, conceptos y teorías que actualmente sostiene la ciencia.

En trabajos recientes (Perret-Clermont 1981), se encuentra que los avances intelectuales de los alumnos dependen de su relación con el objeto de estudio, pero también, y en gran medida, de las posibilidades de que exista una interacción entre iguales para explicarse un fenómeno observado y transmitir a un tercero sus resultados. Adquiere, entonces, nueva relevancia la necesidad de fomentar el trabajo experimental y la confrontación de opiniones diversas entre los alumnos, para hacer evolucionar sus ideas.

Probablemente, la línea de investigación más desarrollada en la didáctica de las ciencias en los últimos años sea el estudio de las preconcepciones y nociones intuitivas de los alumnos, en todos los niveles de la educación (Viennot 1976, McDermont 1984, Driver y Erikson 1983, Osborne y Wittrock 1983), así como el estudio de su proceso de desarrollo. Se han efectuado también trabajos sobre las conductas espontáneas de experimentación de los niños (Coll 1978, Nuñez 1984) y sobre teorías y marcos alternativos de referencia de los que parten los alumnos. Se han podido ratificar, desde distintas perspectivas de investigación, algunos de los

descubrimientos de la psicología genética, y se ha llegado a un cierto consenso en los siguientes aspectos:

- los alumnos construyen su propia representación del mundo físico y elaboran hipótesis y teorías sobre los fenómenos que observan.
- estas ideas no coinciden y a veces incluso entran en contradicción con la interpretación que tiene la ciencia.
- estas concepciones están dotadas de cierta coherencia interna.
- son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades.
- presentan semejanza con concepciones que estuvieron vigentes en la historia del pensamiento.
- presentan mucha resistencia a ser modificadas con la enseñanza habitual. (Gil 1986)

Para tratar de superar estas dificultades, se han desarrollado algunos modelos alternativos, dentro de la concepción constructivista, para la enseñanza de la ciencia, sobre todo en el nivel medio y superior.

El modelo de "aprendizaje como cambio conceptual" desarrollado por Posner, Strike, Hewson y Gertzog en 1982, plantea que el aprendizaje significativo de las ciencias es una actividad racional semejante a la investigación científica y que este aprendizaje, concebido como un cambio conceptual, se da en condiciones equivalentes a las que se requieren para que haya un cambio de paradigma en la ciencia. Estos autores plantean que todavía no se entiende cómo interactúan las ideas de los niños con aquellas que son incompatibles con las suyas. Y enfocan el problema del aprendizaje de las concepciones científicas en el



"contenido de las ideas más que en las supuestas estructuras lógicas que las sustentan" sobre las que trabajaba Piaget.

En el trabajo de Posner et al. se trata de dar respuesta a lo que probablemente sea hoy la pregunta fundamental en la enseñanza de la ciencia: ¿En qué condiciones se cambia un concepto o un conjunto de conceptos centrales por otro conjunto alternativo?. A partir de sus investigaciones, estos autores consideran que las condiciones que debe reunir un conjunto de conceptos para ser aceptado son:

- a) Insatisfacción del sujeto con sus conceptos actuales. Se debe demostrar que las cosas no se arreglan con cambios menores.
- b) Que la nueva concepción sea inteligible para el sujeto.
- c) Que resulte coherente con otras concepciones que se tienen.
- d) Que sea útil en términos de poder resolver más problemas y de manera más elegante y económica (sencilla).

Sin haber profundizado en el planteamiento de estos autores y en las bases que tiene consideramos que, como advierten Cañal y Porlán (1987), existe el riesgo de hacer transferencias mecánicas del proceso de investigación científica al del aprendizaje en condiciones escolares. Como plantea Coll (1983), es necesario reconstruir estas investigaciones en el contexto escolar.

Otros investigadores (Gil y Carrascosa 1985) añaden que la dificultad en la adquisición de los conocimientos científicos no está solo en el problema de cambiar concepciones fuertemente arraigadas, sino, además, en la necesidad de superar la "metodología del sentido común" presente también en la física

pregalileana. Las características de esta metodología son, según Giordan (1983): ver sólo el lado aparente de las cosas; registrar lo que más sorprende sin analizarlo; intentar analogías externas; asumir que se sabe porque se ve; no razonar sobre lo que se supone y sobre otras opciones explicativas. Se propone una metodología alternativa que cuestione la lógica de "sentido común" para acceder, a través de la abstracción, a construcciones más esenciales (Averbuj 1980) desligadas de la experiencia inmediata y a veces hasta polemizando con ella. Para esto, se considera necesario ampliar el campo de experiencia del sujeto, logrando que éste construya y verbalice sus representaciones y que las justifique y confronte con representaciones alternativas (Giordan 1983). Desde nuestro punto de vista, estos planteamientos deben ser desarrollados y profundizados para describir, superando la mera calificación de conductas, la diferencia entre los mecanismos metodológicos del "sentido común" y los "científicos".

También existen propuestas interesantes, como es la de Fozo (1987), que combinan la transmisión de teorías y concepciones con la realización de actividades de descubrimiento. Se intenta que los alumnos hagan conciencia de sus concepciones, al mismo tiempo que se les genere un conflicto cognitivo para que se den cuenta de las limitaciones que éstas tienen. Para Foze, retomando a Piaget, el conflicto o desequilibrio en las teorías y concepciones del alumno juega un papel fundamental para que éste acceda a una nueva forma de explicación; por tanto, él analiza distintos tipos de conflicto y su papel en el aprendizaje. Los cambios conceptuales

deben entenderse como un objetivo de largo plazo en el aprendizaje de la ciencia.

Pozo sostiene, en su libro *Aprendizaje de la Ciencia y Pensamiento Causal*, que las teorías de los niños son causales porque tienen un carácter explicativo y no sólo descriptivo. En contra de las posiciones espontaneístas, mantiene que el aprendizaje de la ciencia no es algo intuitivo o incidental, sino consciente e intencional, que debe ser provocado y construido con un esfuerzo dirigido.

Estas propuestas eliminan la confrontación entre el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje guiado, que era uno de los aspectos centrales del debate sobre la formación científica en los 60. Se considera que es necesaria una combinación adecuada de guía, autonomía y confrontación de opiniones que parta de las concepciones que tienen los alumnos y que les permita recorrer un proceso para la construcción del conocimiento científico.

Dentro de la orientación constructivista, existe un debate mayor acerca de cómo plantear la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico de la educación. Existen posiciones que consideran que no es conveniente que se enseñen ciencias naturales en la escuela primaria porque los alumnos no tienen el desarrollo intelectual requerido, y que, por tanto, la educación básica sólo debe abocarse a sistematizar y darle coherencia a las concepciones de sentido común (Gil 1983). Por otro lado, se considera la posibilidad de aplicar los modelos de cambio conceptual y llegar hasta donde los alumnos puedan desarrollar sus

nociones (Pozo, Posner et al.). Existen también posiciones que sostienen que, en estas edades, el énfasis debe ser puesto en la formación de una actitud científica (Giordan 1982).

Sin embargo, todos los enfoques se apoyan, de una u otra manera, en la realización de actividades experimentales. Mientras que para el empirismo la actividad experimental se plantea en la escuela primaria como la vía para que los alumnos "descubran" los conceptos de la ciencia y desarrollen las actitudes y habilidades para utilizar el método científico, el objetivo de la realización de actividades experimentales en la primaria para algunos constructivistas (tomando en cuenta que es necesario un proceso para llegar a construir los conceptos actuales de la ciencia), es el de "la formación de una actitud científica, entendida ésta como la formulación de hipótesis y su verificación posterior a través de las experiencias adecuadas, apoyándose y desarrollando la actividad espontánea de investigación de los niños" (Coll 1978).

Desde posiciones constructivistas, se considera que existe un proceso de desarrollo de las conductas de exploración hasta poder utilizar un método experimental riguroso, aunque no se ha encontrado un modelo lineal ni una jerarquía en la génesis de las conductas exploratorias. En la actividad exploratoria, el objeto a explorar determina la conducta del sujeto en mucha mayor medida que en otras áreas de la conducta estudiadas (Coll 1978).

Acerca de la capacidad de verificar hipótesis como uno de los componentes fundamentales del método experimental, Christophides (1972) encuentra que: "La aptitud del niño para proporcionar

pruebas depende del problema que le planteamos, es decir, del contexto experimental, en mayor medida que del estadio operatorio en que se encuentra... siendo capaces de aportar pruebas válidas aunque no estén en el nivel de operaciones formales".

Algunos trabajos, también de orientación constructivista, han desarrollado con más detalle lo que entienden por actitud científica, como el componente más importante de una formación científica. Para Giordan (1982), la actitud científica es el punto hacia donde puede evolucionar una actitud explicativa (que está presente en todas las edades), cuando existe un proceso de desarrollo en cada uno de los parámetros en los que este autor la descompone, a saber:

1) Curiosidad.- Ser capaz de plantearse preguntas durante el trabajo o el juego y tener deseos de conocer.

2) Creatividad.- Saber considerar direcciones múltiples de razonamiento (inteligencia divergente) y encontrar soluciones nuevas ante una situación dada.

3) Confianza en sí mismo.- Posibilidad de encontrar una solución por sí mismo.

4) Pensamiento crítico.- Estar dispuesto a basarse en la experiencia (en sentido amplio) para volver a dudar de las representaciones personales así como de las afirmaciones recibidas de otros.

5) Actividad investigadora.- Tratar espontáneamente de pasar de la intención al acto e intentar organizar una actividad que permita encaminarse hacia un objetivo buscado.

6) Apertura a los otros.- Saber tener en cuenta a los otros tanto en lo que se refiere al pensamiento (comunicación) como a la acción (cooperación).

7) Toma de conciencia y utilización del medio social y natural.- En el curso del acercamiento al medio natural y a los seres vivos, y tener la intención de mantener la vida salvo exigencia contraria."

(Giordan 1982)

Inhelder y Karmiloff (1975) plantean que existe una tendencia en los niños a elaborar una teoría única lo más general y simple posible. Esta tendencia es la que conduce a la búsqueda de una coherencia conceptual en las representaciones que los sujetos se forman de los fenómenos de su medio ambiente.

En síntesis, en el panorama actual de investigación dentro de la línea de enseñanza de las ciencias naturales, y coexistiendo con los proyectos empiristas, se realiza investigación psicopedagógica para estudiar el camino que siguen los alumnos (en condiciones experimentales controladas) para la construcción de contenidos escolares específicos. Se trabaja también sobre el diseño de modelos alternativos de enseñanza de la ciencia y se empieza a estudiar el problema del aprendizaje de la ciencia en el contexto escolar (Giordan 1981 y 1985). Con base en propuestas diseñadas por los investigadores y donde la participación del maestro es más o menos controlada por éstos. Se trata de comprender, a partir de una propuesta elaborada con la intencionalidad de enseñanza, cuáles son las intervenciones didácticas que en el ámbito escolar ayudan a que evolucionen las concepciones de los alumnos (Pontecorvo 1986).

Ante la complejidad del fenómeno educativo en la escuela y la creciente conciencia de que no es posible trasladar al campo de la pedagogía las conclusiones que sobre el aprendizaje ha realizado la psicología, ni llevar los avances en la epistemología de la ciencia directamente al aula, se está adquiriendo conciencia de que es necesario estudiar la construcción del conocimiento en

condiciones escolares.

## CAPÍTULO II

### Notas

(1) Por ejemplo, una concepción aristotélica sobre el movimiento (McDermont 1984).

Los Libros de Texto de Ciencias Naturales son el principal referente para el trabajo escolar de ciencias naturales en la escuela primaria, según los estudios (Gutiérrez-Vázquez, Nájera 1990) realizados en estas escuelas de clase media baja de la ciudad de México(1). Como ya se mencionó en el capítulo anterior, parte fundamental de la propuesta pedagógica de estos libros es la realización de actividades experimentales que conlleva al alumno en contacto directo con los fenómenos naturales que se pretende estudiar.

Como una vía de acercamiento al objeto de estudio es este trabajo la participación de los alumnos en la construcción del contenido escolar a través de la confrontación de explicaciones alternativas surgidas sobre todo de las actividades experimentales. En este capítulo se analiza la forma de presentación de la actividad experimental en el libro de texto, se estudian las modificaciones que realiza el autor para llevar a cabo la "investigación", tal como se propone en el libro de texto, a fin

## CAPITULO II

### DE LA LECCION ESCRITA AL SALON DE CLASE

Los Libros de Texto de Ciencias Naturales son el principal referente para el trabajo escolar de ciencias naturales en la escuela primaria, según algunos estudios (Gutierrez-Vázquez, Núñez 1980) realizados en escuelas públicas de clase media baja de la ciudad de México(1). Como ya se mencionó en el capítulo anterior, parte fundamental de la propuesta pedagógica de estos libros es la realización de actividades experimentales que ponen al alumno en contacto directo con los fenómenos naturales que se pretende estudiar.

Como una vía de acercamiento al objeto de estudio de este trabajo (la participación de los alumnos en la construcción del contenido escolar a través de la confrontación de explicaciones alternativas surgidas sobre todo de las actividades experimentales), en este capítulo se analiza la gama de formas de presentación de la actividad experimental en el salón de clase. Se estudian las modificaciones que realiza el maestro para llevar una "investigación", tal como se propone en el Libro de Texto, a la



realización de una actividad experimental en el salón de clases.

Se describen las actividades experimentales analizando la dinámica de la interacción entre el maestro y los alumnos en torno al contenido, pero centrando la descripción en la presentación que hace el maestro de este contenido. En función de esta presentación se forman dos grupos de actividades experimentales: las demostraciones y la resolución de problemas.

La presentación del conocimiento según Rockwell y Gálvez (1982): "Consiste en el conjunto de elementos de todo tipo a través de los cuales se comunica o registra el conocimiento, por parte de maestros o de alumnos, incluye las formas en que se enuncia, los textos escritos o leídos, la asociación con ejemplos, materiales o ilustraciones, y las relaciones que se establecen o se omiten en la definición implícita o explícita de los conceptos tratados en la clase". En este trabajo se retoma esta definición pero en vez de "conocimiento" se habla de "contenido", para distinguir la expresión verbal sobre los fenómenos, conceptos y teorías, de lo que sería el proceso de aprendizaje, o sea, de apropiación del contenido.

También se muestran algunas de las estrategias y recursos que ponen en juego los docentes para presentar las actividades experimentales en el aula, al hacer una serie de transformaciones adaptativas para explicar y transmitir el contenido de las ciencias naturales.

En la parte final se analiza la relación que establecen los alumnos con la actividad experimental que es presentada por el

docente, y en qué medida esta participación modifica la presentación del maestro y contribuye a la construcción del contenido en el aula.

Al principio del capítulo se definen los conceptos de contenido escolar, transposición didáctica y algunos aspectos de la tarea del maestro que, en parte, se obtienen de los análisis y ayudan a la lectura de éstos.

#### 1.- DEL LIBRO DE TEXTO AL MAESTRO.

##### a) Contenido Escolar

Por lo general, contenido escolar se entiende como el conocimiento establecido en los programas y libros de texto o como una posesión individual de maestros y alumnos que es avalada por la "autoridad" de la ciencia, tal y como ésta se transmite en los textos y en la enseñanza escolar. En este trabajo, se considera que el contenido escolar no se refiere solo a los saberes prescritos en los textos escritos y acumulados individualmente, sino a la forma como estos saberes se expresan en la trama de relaciones que se establecen entre el docente y los alumnos en el salón de clase. El contenido escolar, en este sentido, es el producto de un proceso de elaboración colectiva que se expresa por medio de las prácticas escolares cotidianas; es la forma de expresión del conocimiento en el aula sobre un tema

curricular. Desde esta perspectiva, se puede hablar de una construcción colectiva del contenido escolar cuando, en el aula, se expresan ideas, informaciones u opiniones distintas sobre este contenido y cuando, además, se muestra la intención de entender este contenido. Esta construcción social no es la suma lineal de saberes que aportan los textos y los sujetos que interaccionan en el salón de clase, ya que el papel que juega cada saber expresado es diferencial y la forma en que se articula con otros saberes depende de múltiples factores de la trama de relaciones. No juega el mismo papel el conocimiento aportado por el maestro que el que exponen los alumnos; tampoco da igual qué alumno lo exponga. No tiene el mismo significado un saber expuesto al principio de la clase que como parte de las conclusiones; no se incorpora de la misma manera a la dinámica de la interacción un contenido que da respuesta al interés de los alumnos que uno que simplemente "hay que aprender"; no tiene el mismo efecto una información transmitida con emoción que una que no tiene ningún significado afectivo para el docente o aquella en la que el maestro no cree o que él mismo no entiende.

Esta posición implica entender el contenido escolar como un producto del proceso social donde se relacionan los sujetos y los saberes que expresan en el aula. Maestros y alumnos son concebidos como sujetos activos que pueden aportar su capacidad, su experiencia, su afectividad y su historia psicológica, social y cultural a la elaboración del contenido escolar, a la vez que en

este proceso pueden reestructurar su saber y construir nuevos conocimientos.

#### b) La Transposición Didáctica

Los contenidos escolares adquieren existencia social concreta a través de una serie de mediaciones. En primer lugar son el resultado de una selección y un ordenamiento particular de los contenidos de la ciencia seleccionados para transmitirse en la escuela. Esta primera transformación de un objeto del saber especializado (construcción científica) en un objeto del currículo escolar es la que se realiza en la elaboración de los programas y los Libros de Texto. Se quiera o no, esta modificación tiene un carácter epistemológico, en tanto que implica una visión filosófica de la ciencia, de cómo se construye y de cómo se aprende. En el contexto escolar, dicha transformación adquiere la forma de norma didáctica ya que el saber seleccionado se convierte en el saber legítimo, el "verdadero", el contenido "correcto" que la escuela "debe" transmitir.

La segunda transformación es la que realiza el maestro cuando presenta y explica el contenido a los alumnos. Yves Chevallard (1980) llama transposición didáctica a este cambio y lo define como el proceso por el que un objeto de conocimiento para ser transmitido en la escuela (la forma en que aparece un contenido en los programas escolares, libros de texto o en las tradiciones de

enseñanza), se convierte en objeto de enseñanza (la forma de existencia del conocimiento en el aula).

Así como generalmente el investigador no transmite el azaroso camino transitado para construir el conocimiento, y sus publicaciones tiende a despersonalizar, descontextualizar y omitir las particularidades del proceso de construcción de sus conclusiones, en los libros de texto, sobre todo en los que tienen un enfoque empirista, también se ignora el complejo proceso de construcción del conocimiento. El maestro suele hacer la transformación contraria a la del científico que publica sus resultados: contextualiza, personaliza, cambia el lenguaje e incluye ejemplos particulares para hacer accesible a los niños el contenido académico (Brousseau, 1984). Esto es parte del proceso de transposición didáctica.

Cada maestro hace una selección de los contenidos que va a transmitir, los presenta de una forma particular, hace una "traducción" de los contenidos que quiere enseñar con el propósito de que los niños "le entiendan", los relaciona con otros saberes, les imprime un énfasis y una emotividad específica donde se resaltan unos dándoles un carácter "científico", mientras se devalúan o bien incluso se ignoran otros. En ocasiones, los conceptos se refuerzan con actividades o con ejemplos mientras que en otras sólo se mencionan. A veces se sacan conclusiones y aplicaciones de ellos y otras todo queda en una simple lectura del texto.

Los contenidos que el maestro selecciona los presenta de una

forma concreta que se puede identificar escolarmente. Esta forma de presentación le da existencia material al conocimiento y le aporta también un contenido, por tanto, éste último no es independiente de la forma de presentación la cual le da un significado particular. El currículo escolar no es el que se plasma en libros y programas sino el que es construido en el aula. Los contenidos de los libros se articulan con tradiciones y saberes particulares de cada docente y de los alumnos.

Las decisiones conscientes o inconscientes que toma el maestro para presentar los contenidos escolares no solo dependen de su estilo y experiencia docente, de sus conocimientos sobre el tema, de lo que pide el libro que haga, de la importancia que le da al contenido, del "objetivo al que tiene que llegar", o de lo que cree que los niños pueden entender, sino que están fuertemente influenciados por la trama de relaciones que se establece con los alumnos. Dependen de las preguntas de los niños, de su interés, de sus conocimientos y experiencia previos y de la dinámica de la interacción en cada momento y en cada aula. De aquí la necesidad de analizar las modificaciones que realiza el docente para presentar la actividad experimental, tomando en cuenta la trama de las relaciones que se establecen entre el maestro y los alumnos en situación escolar.

Yo creo que en las Ciencias Naturales el niño siempre nos ayuda a conocer la forma de pensar de los niños ayuda a que la enseñanza de un tema se ajuste a lo que puede ocurrir en la práctica. Este contenido, un maestro con los que se trabaja en 1963, siempre me dice que en las Ciencias Naturales el niño siempre nos ayuda a conocer la forma de pensar de los niños ayuda a que la enseñanza de un tema se ajuste a lo que puede ocurrir en la práctica.

c) La Tarea del Maestro. y sin querer, aquellos que se preguntan respecto al tema pero cómo programar los contenidos.

Para hacer accesibles los contenidos académicos a los niños el maestro requiere, en primer lugar, de un esfuerzo por conocer el contenido de los libros y programas que debe transmitir, tratar de entender su lógica, analizar lo que pretenden los textos que se enseñe y para qué enseñarlo. Esta tarea se le dificulta cuando no conoce los contenidos que tiene que enseñar (lo que ocurre con frecuencia con temas científicos), o cuando no tiene práctica con formas de trabajo (como la experimental) que proponen los libros.

Una vez comprendida esta lógica (al nivel que le es posible), imagina una estrategia para conducir a los niños de un cierto estado de conocimiento que él supone que tienen sobre el tema, hasta donde el libro o el objetivo del programa le marcan que llegue. Sin embargo es difícil que el docente pueda prever el razonamiento que pueden seguir los niños sobre el contenido y la lógica de su participación. En ocasiones supone que los alumnos seguirán el mismo proceso que él ha seguido para entender el contenido. La concepción empirista de los libros refuerza esta idea pues asume que los niños no tienen ideas propias y que van a razonar del mismo modo que los autores.

La experiencia del docente y su sensibilidad para escuchar y conocer la forma de pensar de los niños ayuda a que la planeación de una clase se acerque a lo que puede ocurrir en la práctica. En este sentido, un maestro con los que se trabajó en 1985 planteaba: "Yo creo que en las Ciencias Naturales el niño siempre nos rebasa".

en cuanto a sus cuestionamientos... y sin querer quedan muchas lagunas respecto al tema pero ¿cómo programar los cuestionamientos del niño?". Cambia su estrategia para que los niños en

La dinámica planteada por el maestro opera como punto de partida mismo que requiere ser readecuado en el trabajo con los niños. En el aula el docente generalmente modifica sus concepciones iniciales sobre la dinámica de la interacción que había concebido, y hace ajustes según las características de la participación (verbal y no verbal) de los niños. El maestro considera que su función es intentar, por un lado, que los alumnos participen en torno al contenido y que por otro lado esta participación se oriente en una dirección definida, o sea, que los alumnos sigan un razonamiento que los conduzca hacia el objetivo previsto. Se enfrenta a una contradicción, pues debe permitir la participación libre de los niños, pero, al mismo tiempo, tiene que orientarla. Frecuentemente recurre a dar pistas ocultas sobre lo que deben concluir o expresar los alumnos y aparentar que ellos llegan, por un razonamiento autónomo, a esas ideas.

Para poder conducir este proceso, el maestro se encuentra frente a la doble exigencia de seguir simultáneamente un razonamiento sobre el contenido (para conducir a los alumnos a cubrir objetivo curricular) y otro sobre la lógica que sigue la dinámica de la interacción establecida con los niños (en donde tiene que escuchar sus participaciones y tratar de entender lo que están pensando para poder conducirlos a donde "quiere que lleguen"). Este proceso puede tener discontinuidades, entre otras



cosas, porque los alumnos se "desconectan" de la dinámica de la interacción que marca el maestro. En este caso, puede ocurrir que el docente cambie su estrategia para que los niños no "se desvien". Con frecuencia, recurre a la imposición de los contenidos de manera autoritaria, ignora las intervenciones de los alumnos que siguen una lógica distinta y presiona para que repitan la información que supuestamente deben aprender, asumiendo que la verbalización del contenido implica que éste ha sido asimilado.

Las dificultades de los maestros, entonces, provienen en gran medida del rol que han interiorizado (tanto por su formación como por el enfoque del libro y las exigencias sociales e institucionales) de transmitir los contenidos "científicamente correctos" a los niños, más que hacerlos reflexionar sobre sus propias representaciones para permitir que evolucione su construcción del conocimiento. En este último proceso, los alumnos podrán acercarse o no a las concepciones científicas sobre un contenido dependiendo de la distancia que exista entre sus concepciones previas y las de la ciencia, así como del grado de desarrollo de sus estructuras cognitivas. En la medida en que el razonamiento de los alumnos no puede alcanzar la concepción científica, el maestro se siente forzado a imponer los contenidos escolares.

habilidades intelectuales que requieren de los alumnos.

En el mismo momento se presenta el cuerpo de la que la

suplemental, es la unidad de medida donde se

breve y las 24 actividades experimentales y los ejercicios

## 2. FORMAS DE PRESENTACION DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN EL AULA

Para los propósitos de este trabajo, la actividad experimental es concebida como el conjunto de acciones materiales o exteriorizadas de uno o varios sujetos que manipulan un objeto, o el modelo de un fenómeno, para conocer sus propiedades.

En algunas ocasiones, la comprensión de las características de un objeto o de un fenómeno se realiza por medio de la confrontación verbal de las ideas que tienen los distintos participantes, mismas en las que se hace referencia explícita a experiencias extraescolares concretas. Estas experiencias extraescolares se pueden utilizar en el salón de clase como recurso para validar explicaciones o como referente para sugerir hipótesis sobre lo que puede ocurrir en una cierta situación experimental.

Para describir la gama de formas de presentación de las actividades experimentales en el aula se analizaron 36 actividades experimentales y se ordenaron los registros según las características de las actividades realizadas por los alumnos y el maestro. Así mismo, se hicieron breves descripciones de la relación establecida entre los alumnos, el maestro y el contenido y se agruparon las actividades experimentales según el tipo de habilidades intelectuales que requerían de los alumnos.

En el anexo B se presenta el cuadro I (en el que la actividad experimental es la unidad de análisis) donde se describen brevemente las 36 actividades experimentales y se clasifican en

grupos y subgrupos. *generales.*

Las actividades experimentales se dividieron en dos grandes categorías: a) Demostraciones, que se realizan para reafirmar o validar una información previamente planteada por el Libro de Texto o por el maestro y b) Resolución de problemas, en donde los alumnos tienen que describir o encontrar la explicación del fenómeno que observan. Esta clasificación permite ubicar la relación inicial de los alumnos frente al contenido.

En principio las demostraciones requieren un razonamiento que prioriza las demandas de la interacción con el docente, ya que los alumnos tienen que vincular lo que observan y piensan con la información que ya ha sido aportada por el maestro o el libro. En estos casos está definido el problema al que se enfrentan los niños, el procedimiento que tienen que seguir y la respuesta a la que tienen que llegar. Por el contrario, en la resolución de problemas generalmente se plantea el problema y el procedimiento para resolverlo, pero se deja abierta la respuesta para que sea construida por los alumnos. En este caso, se requiere que los alumnos prioricen el razonamiento sobre el contenido, ya que la interacción con el maestro no determina la conclusión a la que tienen que llegar.

De estas dos categorías en las que se agrupan las actividades experimentales se derivan 8 subgrupos que precisan el tipo de habilidades intelectuales que, en las 36 actividades experimentales analizadas, tienen que poner en juego los alumnos.

a) Comentarios generales.

A partir del cuadro I del anexo B, se pudo apreciar que aproximadamente el 80% de las 36 actividades experimentales analizadas fueron tomadas del Libro de Texto. Esto concuerda con los resultados de la investigación citada al principio de este capítulo (Gutierrez-Vázquez, Núñez 1980), donde se encontró que el 74% de las actividades experimentales eran tomadas del Libro de Texto. Aunque las muestras no son representativas podría considerarse que el Libro de Texto es el principal referente del trabajo experimental en el salón de clases. Sin embargo, la forma de presentación de los experimentos es modificada en varios sentidos en la práctica escolar. Estas modificaciones se analizan en detalle más adelante, en los registros de clase.

La mayor parte de las clases observadas están centradas en la realización de una o varias actividades experimentales. Pareciera que, en la planeación de su trabajo, los maestros dedican algunas clases de ciencias naturales específicamente a hacer los experimentos sugeridos en los Libros de Texto, los cuales generalmente son leídos antes de hacer la actividad. En 17 de las 36 actividades analizadas se solicita la lectura del libro antes de realizar el experimento, lo cual no implica que en otros casos no haya sido leído también.

La estructura de la mayoría de las clases tiene rasgos semejantes: se inicia con la presentación del tema ya sea con una exposición del maestro o con la lectura del Libro de Texto; luego

se realizan las actividades experimentales, generalmente guiadas por el maestro, quien hace algunas preguntas para tratar de llevar a los alumnos a las conclusiones del libro. Al final de la clase, el maestro expone y formaliza las conclusiones a las que quería llegar si los alumnos no las plantean "correctamente". Con frecuencia, ignora aquellos comentarios, preguntas o respuestas de los niños que no van en la dirección que él espera.

El sentido de la actividad casi nunca es mencionado explícitamente en el aula. Los alumnos deben descubrir para qué se presenta la investigación, a partir de las pistas que da el maestro o de la lectura del Libro de Texto, de modo que la lectura de éste último, así como la secuencia de las actividades, es lo que da continuidad al trabajo. Por lo regular, el hilo conceptual que vincula lo leído, lo observado, lo analizado, lo discutido y los conocimientos transmitidos por el maestro, queda implícito. En algunas ocasiones también se deja sin conclusiones el trabajo.

El hecho de que prácticamente todas las actividades (excepto un 10% que son planteadas por los niños) estén dirigidas por los docentes, no permite observar el tipo de aproximación experimental que los alumnos tendrían de no estar dirigida la actividad. Sin embargo, resulta muy significativo (dada la tendencia a la trasmisión vertical del contenido en la escuela) que exista un 10% de casos en donde los maestros incorporan las sugerencias de los alumnos a la dinámica de la clase. En los tres casos de referencia, el maestro plantea un problema y los alumnos diseñan o aluden a una actividad práctica obtenida de su experiencia

cotidiana para encontrar, por analogía, una respuesta al problema planteado.

Los ocho subgrupos formados muestran una relativa variedad de estrategias de presentación de las actividades experimentales que pueden permitir diferentes formas de acceso al contenido.

De las 36 actividades experimentales 18 se realizan en 5º grado, 8 en 4º, 4 en 6º, 4 en 2º y 3 en 3º. Aunque la muestra original de registros no es exactamente homogénea en cuanto al número de observaciones por grado, el que 50% de las actividades experimentales se realicen en 5º grado muestra una cierta preferencia de los maestros por realizar más trabajo experimental en ese grado. Esta tendencia puede responder a que los temas incluidos en los Libros de Texto de 5º grado se prestan más a que se realicen actividades experimentales. Otro factor que puede estar presente es la persistencia de una tradición escolar, ya que en el currículo anterior, el Plan de 11 años, casi exclusivamente en 5º grado se proponían actividades experimentales. En todo caso, esta tendencia tendría que investigarse posteriormente para verificar su validez y analizar sus causas.

b) Demostraciones.

Como demostraciones se definen aquellas actividades experimentales que se presentan como una forma de reafirmar, validar o verificar, a través de la manipulación de material, una

información sobre las propiedades o la dinámica de un fenómeno natural que ha sido previamente planteada por el Libro de Texto o por el maestro. Dentro de esta categoría se han incluido aquellas actividades experimentales que presentan una evidencia parcial para hacer verosímil una información general, así como las experiencias donde se observa o se mide un efecto físico (orientación e intensidad del viento) y aquellas donde se muestra, por medio de un modelo, el funcionamiento de un sistema natural o artificial (movimiento de los pulmones, extracción del petróleo).

De las 36 actividades experimentales, 24 se pueden caracterizar como demostraciones, que representan el 66% del total. Un ejemplo del primer grupo de demostraciones (D.1 en el cuadro del anexo B) es el siguiente:

Se realizan actividades experimentales. Otro factor que...

La actividad se realiza en un grupo de 40 años, después de haber visto "las partes de la flor, qué necesita para vivir, en fin todo lo relacionado con el tema..." según la maestra; y de haber pedido a cada niño que trajera un frasco con alcohol y una bolsa con hojas verdes. La maestra inicia la clase planteando el objetivo "Vamos a ver cómo las hojitas realmente tienen clorofila, vamos a abrir con cuidado nuestro frasco de alcohol, ¿ya?".

Da las instrucciones para hacer el experimento mientras ella lo muestra prácticamente. Dobra las hojas varias veces hasta hacerlas pedacitos pequeños. Las pone en un frasco con alcohol después de haberlas molido entre los dedos. Pide a los alumnos que apachurren las hojas como si las estuvieran moliendo para después ponerlas en alcohol. Un niño comenta "Maestra ¿se le está yendo el color a la planta!". La maestra añade "Aquí uno de sus compañeros le estaba picando con un lápiz", mientras otro alumno, agitando el frasco, pregunta "¿Le hacemos así?". La maestra responde "Sí, ¿qué le está pasando al alcohol?, ¿ya vieron?", "Nada" dice un alumno. "¿Le echamos todas las plantas?", la maestra dice "Sí", levántalo Refugio" e insiste "Eso que está pintando

el alcohol ¿cómo se llama?", "Clorofila" contestan a coro. Los alumnos continúan moviendo el alcohol, tapan el frasco, lo agitan. Un niño dice a otro "Deja que se asiente bien". Entre unos alumnos comentan "Pruébalo tú". El otro lo prueba. "¿Lo muevo maestra?", "Sí". Varios niños se acercan a mostrarle el alcohol a la maestra. Comentan "¡Es agua de limón!" "Lleve su birria". La maestra "¿Qué se ve en el alcohol muchachos?", "La clorofila" a coro. Los niños continúan moviendo el contenido con diversos objetos, tapan el frasco, lo agitan. La maestra se acerca al observador y le comenta "Este tipo de actividad les gusta mucho a los niños y a mi también, generalmente trabajamos de esa forma". Vuelve frente al grupo y ordena "A ver, ya tapen el frasquito, ¡ya!, todos tapen el frasquito". Unos alumnos dicen "Es Kool Aid(2)", "Maestra, ya se hizo el primer alcohol de colores".

D.1.5 (49-78-L)

En el Cuadro I.

Esta actividad está tomada del Libro de Texto(3), donde se dan instrucciones parecidas a las que da la maestra: "Machaca algunas hojas de vegetales muy verdes... en un frasco con alcohol". En el libro se pide que se agite el frasco y se deje reposar. Se plantea la pregunta inicial "¿A qué se debe el color verde de las plantas?" y después de realizar la experiencia se pregunta "¿Qué color adquirió el alcohol?" y "¿De dónde crees que lo tomó?" para terminar dando la información "El color verde se debe a la clorofila, que es la sustancia que absorbe la energía solar". La presentación del libro se presta a cierta confusión porque la pregunta inicial no puede ser respondida con los resultados de la actividad. En ésta sólo se observa que el verde se separa, pero no se puede inferir a qué se debe ese color verde. Al final, se responde la pregunta inicial con información sobre la clorofila. En esta presentación no se pretende que la investigación pruebe la



existencia de clorofila. Sólo se trata de mostrar que el color verde de las plantas se puede separar. Por eso, después se completa la información señalando que el color verde se debe a la clorofila.

Sin embargo, en la clase, la maestra da previamente la información de que la sustancia verde es la clorofila y parece convertir la actividad en una prueba de su presencia en las plantas. Si bien en principio es importante poner a los alumnos en contacto con los hechos reales, la situación descrita no es una prueba, sino una evidencia parcial de la pertinencia de una afirmación previa. Es conveniente distinguir estas dos situaciones para evitar que en los niños se vaya formando una actitud de aceptación de un punto de vista, como si estuviera probado por el hecho de presentar una evidencia parcial.

El sentido explícito de la tarea está dado por la maestra, quien dirige la realización de la actividad paso por paso. Sin embargo, los alumnos hacen comentarios, manipulaciones y observaciones espontáneas (lo mueven, lo pican, lo dejan asentarse, lo prueban). La maestra no inhibe los comentarios de los niños ("se le está yendo el color a la planta", "es agua de limón", "ya se hizo el primer alcohol de colores", "es Kool Aid") pero éstos no son discutidos ni incorporados a la dinámica formal de la interacción, que está básicamente orientada a establecer que la clorofila se desprende en el alcohol.

El hecho de que la actividad sea guiada no inhibe la participación espontánea de los niños, que parecen tratar de

obtener información complementaria sobre la sustancia verde que, al desprenderse de las hojas, probablemente llama su atención. Se relacionan con el contenido procurando apropiarse de sus propiedades por medio de los sentidos y vinculándolo con otras experiencias de su vida cotidiana ("es Kool Aid", "es agua de limón").

En esta clase, no parece haber contradicción entre la planeación del trabajo que presenta la maestra y el desarrollo de las actividades. Los alumnos participan siguiendo la dinámica de la interacción que plantea la profesora y ésta puede dirigirlos fácilmente hacia la conclusión de que con el alcohol se desprendió la clorofila de las hojas.

La estrategia de presentar al principio la información sobre la clorofila es una transposición didáctica. Al dar una pista que orienta la observación ("Vamos a ver cómo las hojitas realmente tienen clorofila"), en vez de abrir un interrogante ("¿A qué se debe el color verde de las plantas?"), la maestra cierra, en cierto sentido, la posibilidad de interpretaciones alternativas del fenómeno observado pero también evita la pregunta del libro que no es posible de contestar con la información disponible. Los alumnos se dejan guiar por la maestra al no encontrar aparentemente contradicciones entre lo que ésta les indica y lo que ellos pueden observar ("¿Qué se ve en el alcohol, muchachos?" "La clorofila").

Otro tipo de demostraciones (D.2 en el cuadro) que encontramos en los registros de clase son aquellas que muestran, a través de

la actividad experimental, el efecto físico que se trata de estudiar. Ejemplo de estas actividades son los siguientes fragmentos de una clase de 3er. año sobre la lección "¿Conoces bien tu cuerpo?"(4):

Después de un repaso en forma de preguntas y respuestas sobre las partes del aparato digestivo y algunas de sus características, la maestra dice: "Les encargamos un frasquito con papas y zanahorias". Los alumnos van sacando sus recipientes en los que desde el día anterior habían puesto parte de los alimentos en agua y otros en limón. "Van a sacar un pedacito de la zanahoria o lo que traigan que está remojado en agua. Traten de oprimir eso con los dedos ¿qué sienten?" un alumno dice "Bien dura". La maestra repite "Bien dura" como reafirmando, y continúa "Traten de oprimir lo que está en el limón, ¿cómo se siente?". Otro alumno responde "Bien dura" a lo que la maestra protesta "No, no les dije lo mismo". Después de tratar de mantener la atención pues los alumnos están probando los alimentos y manipulando el material sin responder a la maestra, ésta dice "Lo que tengo aquí estuvo remojado en un ácido. Ese ácido hizo que el alimento se reblandeciera. Esto que está remojado en limón nos da una semejanza de lo que pasa con los alimentos (en el aparato digestivo)". Después de amenazar a los niños con correrlos del salón porque están hablando y no le prestan atención vuelve a explicar "Entonces lo que tenemos aquí semeja a los alimentos que tenemos en el estómago". Pide que hagan un "pequeño resumen de lo que han entendido" pero los alumnos no saben qué hacer "No entendí ni jota" dice uno. "¡Ah! ¡ácidos! ¿le pongo ácidos?" dice otro.

Al día siguiente continúa la clase, se vuelve a hacer un repaso del aparato digestivo explicando la transformación que van sufriendo los alimentos en el aparato digestivo y luego los alumnos pasan a leer sus resúmenes sin que la maestra haga comentarios más que en el caso de un alumno que lo pide "¿Está bien maestra?", ella responde "No es lo que yo dije". La maestra decide que se repita la actividad experimental "Toquen el vegetal que pusieron (dos días antes) en agua simple ¿Cómo está?, "Está duro", "Ahora toquen el que está en el limón, ¿cómo está?", "Más suave". La maestra concluye "Bueno ese limón se asemeja a los ácidos que están en el estómago y se

hace una pasta que pasa al intestino delgado, donde se absorbe lo que necesita". Los alumnos no prestan atención. La maestra se desespera "Nadie escribe nada, nadie me escucha, nadie me entiende nada, todos están en la luna, como yo". Guarda silencio unos segundos y después le pide a un alumno "A ver Sergio ¿qué le pasa a los alimentos?" El niño explica y la maestra da por terminado el tema "Ya vimos el aparato digestivo, ahora vamos a ver el respiratorio". Para esto leen el libro de texto e intercambian preguntas y respuestas explicativas con la maestra despertándose el interés del grupo.

D.2.1 (39-78-L)

En el Cuadro I.

La presentación de esta actividad experimental está vinculada con el tratamiento que se da al tema en el Libro de Texto del niño y en el Auxiliar Didáctico para el maestro. Esta clase fue observada en 1978, cuando estaba vigente el Libro para el Maestro de Ciencias Naturales, donde se sugieren actividades adicionales a las planteadas en el Libro del Niño. La actividad que se realiza en esta clase aparece propuesta en el Libro del Maestro, donde se aborda la lección mediante múltiples actividades: cinco investigaciones y varias preguntas que remiten a los alumnos a que hagan observaciones del funcionamiento de su cuerpo. En cambio, en el Libro del Niño el tratamiento es básicamente informativo (huesos, músculos, sistema digestivo y respiratorio). Sólo al final de la lección se presenta una investigación relacionada con el pulso, y otra sobre la selección de la comida para tener una buena alimentación.

Este cambio de la forma de presentación del contenido en el Libro del Maestro y en el del Niño puede representar una primera transposición didáctica, pues mientras en el primero se orienta el trabajo hacia actividades donde los niños "descubran" o verifiquen

los efectos del funcionamiento del cuerpo, en el segundo simplemente se da la información sobre este funcionamiento.

En esta clase, la maestra hace una combinación particular de la presentación didáctica que aparece en ambos textos. Primeramente, lee y explica la información del Libro del Niño sobre el aparato digestivo, para después pasar a hacer la actividad experimental, que aparece en el auxiliar didáctico, acerca del efecto de un ácido sobre los alimentos. Así, la presentación de la actividad experimental en el aula no es ni de descubrimiento (como aparece en el auxiliar didáctico) ni de transmisión (como se presenta en el Libro del Niño), sino que, al menos formalmente, aparece como una demostración para verificar lo que se ha planteado en la información previa (las transformaciones de los alimentos en el aparato digestivo y en particular en el estómago). En el Libro del Niño se dice "En el estómago (la pasta blanda que viene de la boca) se mezcla con el jugo gástrico y se hace líquida".

La presentación del mismo contenido bajo diferentes formas parece ser la estrategia de la maestra para que el conocimiento sea asimilado. Tras expresar verbalmente la idea de que los alimentos se ablandan en el ácido, intenta mostrar el proceso con el experimento, vuelve a explicar la idea varias veces después de la actividad experimental y pide que los niños la escriban en un resumen. Al día siguiente, se repiten tanto la actividad como la explicación y se pide a los alumnos que la expongan.

Al analizar la participación de los niños, su dificultad para

hacer el resumen ("Maestra ¿qué escribimos?", "No entendí ni jota", "¡Ah, ácidos! ¿le pongo ácidos?") y la falta de atención que prestan al discurso de la maestra ("Nadie escribe nada, nadie me escucha, nadie me entiende nada... todos están en la luna, como yo") se ve que la maestra no logra que sigan la dinámica de la interacción que plantea. Los niños no siguen los rituales de participación, pero tampoco establecen verbalmente las conexiones con el contenido que ella propone por medio de pistas y repitiendo directamente la información que quiere que los alumnos mencionen.

Es posible que los alumnos estén interesados por averiguar lo que les pasa a los alimentos en el agua y en el limón, ya que los prueban, los oprimen con los dedos y mueven los frascos, pero la maestra no da oportunidad para que expresen lo que están pensando y pierde la posibilidad de conducir sus reflexiones. La maestra da las conclusiones antes de que los niños hablen cuando parecen estar dispersos y no le prestan atención.

Es interesante observar que la falta de concentración del grupo para seguir la dinámica de la interacción durante la actividad experimental, se recupera al pasar a leer el texto sobre el aparato respiratorio que aparece en su libro. A partir de ese momento, empiezan a participar en un intercambio de preguntas y respuestas explicativas. Esta situación podría indicar que los alumnos se dejan guiar por la maestra en situaciones didácticas donde ya están bien establecidas las reglas del juego y donde la maestra muestra seguridad por trabajar con una estrategia de enseñanza con la que tiene más práctica (leer el libro y luego

analizar el contenido a través de preguntas y respuestas). Esta dinámica se rompe cuando se presenta una actividad experimental, donde, no están claramente definidas las nuevas "reglas del juego".

La "dispersión" de los alumnos también se puede interpretar como el efecto producido por la actividad experimental, misma que les sugiere líneas de reflexión alternativas que no pueden expresarse en una dinámica tan dirigida como la que establece la maestra.

Aunque la forma de presentación de esta actividad experimental es la de una demostración para verificar que los alimentos se ablandan en ácido, las características de la participación de los alumnos hacen dudar de que ese haya sido el sentido de la actividad para ellos. Sin embargo, la información verbal recogida en el registro es insuficiente para saber si se fomenta o no una actitud verificativa.

Entre estas demostraciones (D.2 en el cuadro) hay varias que tienen interés porque presentan efectos físicos muy familiares para los alumnos y que forman parte de conocimientos cotidianos.

El siguiente resumen de una clase de 5º año sobre "Las fuerzas" (5) es un ejemplo de este tipo de actividad experimental.

Los niños llevan carritos, pelotas y canicas. La maestra aclara que ese día van a hacer experimentos del tema de fuerzas "Carlos pasa, vamos a poner en movimiento ese carrito". Carlos empuja el carrito encima de una mesa, los demás alumnos se mueven y se paran para ver "Sentados, aquí nadie se va a parar" dice la maestra "Para mover el carro Carlos ¿qué

hizo?" Los alumnos contestan a coro "Lo empujo" La maestra indica "Todos los que traen carrito hacen la mismo en sus lugares" y acto seguido explica:

"Fíjense bien, al impulsar, para que el carrito empiece a moverse, se ejerce una fuerza; y hago otra fuerza para detenerlo, tuve que desarrollar otra fuerza". Después vuelve a pedir "Flavio, mueve tu pelota", Flavio empieza a botar la pelota y la maestra explica "Al hacer esto están desarrollando una fuerza y si le digo ¡párale! desarrolla otra fuerza". Sigue explicando "Cuando se toca el carrito, la canica, la pelota, casi no se mueven, pero si le pego con fuerza ¿qué pasa?". Aquí utiliza "fuerza" en el sentido de "intensidad" del golpe.

Los alumnos responden "Bota más fuerte" también usando "fuerte" en el sentido de intensidad del bote.

La maestra pregunta "Al estar tocando la canica ¿cómo se llama la fuerza?" Un niño contesta a

"Fuerza por contacto". Después revisan en el libro en el libro objetos que se mueven por efecto de

fuerzas por contacto y a distancia como un tornillo jalado por un imán y una manzana que se cae de un

árbol. La maestra pregunta "¿Por qué se cayó la manzana?" "Por el aire", "Ya estaba madura",

responden dos niños (aludiendo a su experiencia). La maestra insiste "Pero por qué se vino hacia abajo,

hacia el suelo, quién la trajo hacia abajo?" y otro alumno responde "Ella sola". Entonces ella dice

"Por la fuerza de gravedad" y vuelve a preguntar "¿Creen que el árbol la empujó?", "No" contestan

varios alumnos. Entonces la maestra como buscando que retomen lo que dijo vuelve a cuestionar "¿Quién

la jala o la empuja?" Varios niños contestan otra vez "Nadie". La maestra pasa a otra cosa. Pide a un

niño que lea en su libro la definición de fuerzas por contacto y a distancia. Luego hacen varias

experiencias con imán y alfileres y con dos imanes. Repasan "¿Cuántas fuerzas llevamos? ¿cuál es la

primera?" dice la maestra, "Fuerza de contacto", "¿La segunda?", "Fuerza de distancia", "¿La

tercera?", "Fuerza magnética". Sigue la clase haciendo varias actividades con globos y un trapo

para concluir que la atracción y repulsión entre estos objetos es debida a la fuerza eléctrica.

D.2.2, D.2.3, D.2.4, D.2.5 Y D.2.6  
(59-78-L) en el cuadro I

En esta clase, la maestra va siguiendo casi textualmente el Libro de Texto del Niño. La forma de presentación sigue las



sugerencias del libro para organizar la actividad, y tanto las preguntas como las conclusiones son las que aparecen en el libro, de modo que la transposición didáctica es mínima. La maestra sigue el texto para tratar de identificar los conceptos (las distintas fuerzas) y en su explicación se mueve del lenguaje común (empujar, botar fuerte) hacia la terminología técnica (nombre de las fuerzas) sin establecer mediaciones para hacer más accesibles los conceptos. Esto se puede observar en el caso de la fuerza de gravedad. Cuando no obtiene la respuesta que dice el libro sobre la caída de la manzana y los niños insisten en que nadie empuja ni jala a la manzana, no aporta más elementos que los planteados en el texto.

Mientras los alumnos expresan los hechos a nivel pragmático ("Lo empujó", "Bota más fuerte"), la maestra va dando las explicaciones "científicas" poniéndole nombre técnico (fuerzas) a efectos (como empujar y detener objetos) que para los alumnos son ampliamente conocidos. La maestra explica y pide que se repita la actividad cambiando de objeto, como una forma de aparente verificación de la existencia de fuerzas. Parece así como que se aprende un concepto cuando se asigna un nombre técnico (fuerza por contacto...) a un conocimiento que los alumnos ya tenían de su experiencia práctica cotidiana. De esta manera, se transmite la idea de que lo importante es aprender a poner nombres "correctos" o "científicos" a los conocimientos cotidianos.

Aunque en cada una de estas actividades experimentales lo que se hace es poner nombre al factor que provoca el movimiento,

también se están clasificando distintas fuerzas a partir de sus diferencias (si actúan a distancia o por contacto, si son de atracción o de repulsión) y sus semejanzas (provocan cambios en el estado de movimiento). Si bien no se puede afirmar que los alumnos logren hacer esta clasificación y que de ahí puedan derivar algunas generalizaciones, en caso de que lo hicieran existiría otro nivel de conceptualización del fenómeno y se podría decir que se está construyendo un nuevo conocimiento.

Los alumnos siguen la dinámica de la interacción planteada por la maestra. Los contenidos presentados (fuerzas por contacto, imanes, fuerza eléctrica) aparentemente no contradicen lo que los niños saben. Sin embargo en el caso de la fuerza gravitatoria (caída de la manzana) se rompe la lógica de la interacción. Los niños, al razonar sobre el contenido y vincularlo con su experiencia (nadie empuja a la manzana, si se cae es porque está muy madura o la tiró el aire), aluden a una representación que entra en contradicción con la que la maestra trata de que manejen (la manzana se cae por la fuerza de gravedad). La fuerza de las ideas de sentido común (la manzana se cae sola), en este caso, bloquea la posibilidad de que los niños sigan la lógica sobre el contenido que demanda la interacción.

En el Libro de Texto, la fuerza de gravedad se presenta como un ejemplo más de fuerzas a distancia. Para los autores (yo en este caso) parecía obvio que éste era un ejemplo semejante a los anteriores, donde podía aplicarse un razonamiento similar para deducir la existencia de una fuerza a distancia. Sin embargo, no

se reparó en que el caso es muy distinto no sólo desde el punto de vista de los niños y probablemente de la maestra, sino a la luz de la historia de la humanidad que tardó siglos (hasta que Newton en el siglo XVII desarrolla su teoría gravitatoria) para explicarse la caída libre como el efecto de una fuerza de atracción entre el objeto y la Tierra. Este es un ejemplo muy claro de lo que puede ocurrir con un currículo que no toma en cuenta que las concepciones de los alumnos y del mismo maestro entran en juego de manera fundamental en la posibilidad de comprender el conocimiento científico y que tampoco considera que existen grandes dificultades para romper con ciertas concepciones arraigadas en el sentido común.

La última demostración que vamos a describir es una que corresponde a lo que hemos clasificado (D.3 en el cuadro) como modelos que presentan por analogía los fenómenos que se pretenden enseñar. En este caso, se trata del modelo del mecanismo que es utilizado para extraer petróleo cuando en el manto no hay suficiente presión para que salga solo.

La clase de 5º año se inicia revisando la organización de los equipos de trabajo para ver si trajeron todo el material y para que los jefes de equipo vayan por agua y la pongan en los frascos con petróleo. Realizan la primera investigación de la lección ("El Petróleo" del Libro de Texto de 5º grado pág. 116) que consiste en observar las posiciones relativas del petróleo y el agua en el frasco después de revolverlos y proceder a inferir cuál pesa más a partir de sus posiciones relativas. Ma. "¿Qué sustancia quedó al fondo?", "El agua salada" dice un alumno. En el libro de texto pide que se ponga agua salada pero en el salón usaron agua simple. Sin comentar la respuesta del niño la maestra pregunta

"¿Por qué? "Porque pesa más" responden varios alumnos. "¿Qué pesa menos?" pregunta la maestra "El petróleo" afirma un alumno, "El aire" corrige la maestra y pasa a leer la siguiente investigación en el libro de texto en donde se dan las instrucciones para extraer petróleo del frasco colocándole dos popotes en la tapa, uno que tiene un extremo a la altura del petróleo y el otro en el agua. En este segundo se coloca un globo con aire y se deja entrar el aire. Los alumnos realizan varias veces el experimento. Parecen muy divertidos "Al equipo 5 ya le salió". La maestra les pide regresar al salón pues hicieron la actividad en el patio y pide que lean la página 154 de su libro (ahora pag 117) donde se explica el mecanismo de inyección de aire o agua para extraer petróleo en los yacimientos cuando ya no puede salir solo. La maestra pregunta "Ahora quiero que me digan qué observaron en la práctica. Los alumnos contestan "El agua salada pesa más que el petróleo", "Que aunque se agita no se mezcla y el petróleo queda arriba", "Cuando inflamos el globo el aire empujó el petróleo y salió". La maestra aclara "Así se extrae el petróleo. Los ingenieros petroleros son los que se dedican a ello. Son gente que ha estudiado para saber cómo extraer el petróleo". Después pasan a mencionar los derivados del petróleo y su utilidad.

D.3.4 y R.3.3 (59-78-L)

En el cuadro I

En el resumen de esta clase se registraron dos actividades experimentales. Se analiza primero la que se refiere a un modelo de la extracción del petróleo, que corresponde a lo que hemos definido como una demostración. Posteriormente, se revisa la actividad sobre los pesos y las posiciones relativas del petróleo y el agua.

La secuencia de actividades y las preguntas realizadas siguen en general lo que se plantea en la lección "El petróleo" del Libro de Texto de 5º grado (edición 77), pero la maestra hace algunas modificaciones en la presentación de la actividad sobre la extracción del petróleo que de hecho corrigen un error de

secuencia que hay en el texto. En los primeros renglones de la página 117 del Libro del Niño se dice que el petróleo sale en grandes chorros cuando se perfora un pozo. Después de esto debería venir el contenido de la página 118 donde se explica que este fenómeno es análogo al de la salida de un refresco de gas cuando se agita la botella. En vez del ejemplo alusivo, al final de la página 117 se ponen las conclusiones de la investigación 2 que aparece en la siguiente página (la 118).

La maestra establece una secuencia basada en la lógica sobre el contenido modificando las orientaciones del libro. Omite la analogía con el refresco, pero pide a los alumnos que hagan la investigación de la página 118 que consiste en el modelo para extraer petróleo de un frasco por presión de aire. Después pide que abran su libro en la página 117, donde se explica la extracción del petróleo por inyección de aire o agua y pregunta "Quiero que me digan qué observaron de la práctica". Los alumnos responden "Cuando inflamamos el globo, el aire empujó el petróleo y salió". Así la maestra pone a la vista de los alumnos las conclusiones que deben sacarse de una actividad antes de preguntarles qué es lo que ellos concluyen.

Esta dinámica vuelve a mostrar la estrategia de presentar las conclusiones antes de que los alumnos analicen los hechos como una transposición didáctica que los maestros realizan con frecuencia para asegurar que los alumnos "lleguen a los conceptos".

La actividad de extracción de petróleo parece interesar a los niños, quienes la repiten varias veces y comparan sus resultados

con los de los otros equipos "Al equipo 5 ya le salió", como dando a entender que ya saben lo que va a ocurrir al poner el globo (la ilustración que aparece en el libro de texto muestra el mecanismo). Cuando la maestra pide que describan lo que observaron los niños no se limitan a mencionar la salida del petróleo, sino que dan una explicación de por qué salió: "Cuando inflamamos el globo, el aire empujó al petróleo y salió". En el Libro de Texto no se explica qué es lo que provoca la salida del petróleo.

En este caso, la dinámica de la interacción es seguida por los alumnos que salen del salón, se organizan como dice la maestra para hacer las actividades, regresan y responden lo que la maestra pide. Las "reglas del juego" parecen estar bien definidas. La dinámica de la interacción se vincula con la lógica que tiene el contenido para los alumnos por lo que se establece una comunicación a través de las preguntas de la maestra y las respuestas de los niños.

Para formalizar las conclusiones la maestra refuerza la idea que los niños ya leyeron en el libro "Así se extrae el petróleo" y añade información sobre los ingenieros petroleros.

Se dedica cierto tiempo a mencionar los derivados del petróleo y su utilidad y, para terminar, la maestra pide que se mencionen las conclusiones de las actividades realizadas.

También aquí la repetición de los conceptos o conclusiones obtenidas parecen ser una parte importante de la estrategia de los docentes que implica también una transposición didáctica de la presentación que tiene el contenido en el libro. Los maestros

tratan de asegurar la apropiación del contenido repitiendo, y haciendo que los alumnos repitan, la información en diferentes situaciones.

### c) Resolución de Problemas.

Dentro de esta categoría se incluyeron aquellas actividades experimentales que requieren que los alumnos describan o expliquen explícitamente un fenómeno que aparece en la actividad que realizan, para resolver algún aspecto problemático relacionado con el fenómeno.

Cuando los alumnos no están guiados por una información predefinida y se les pide que describan o expliquen lo que ocurre en la actividad experimental, su vinculación con el fenómeno tiene que remitirse a sus propias concepciones, a las ideas que puedan tener sobre situaciones análogas, a la información que les sea útil en este momento y a la relación con experiencias previas. Esto no quiere decir que en el caso de actividades donde los alumnos conocen de antemano la conclusión a la que deben llegar, no establezcan relaciones con su experiencia y concepciones previas, como se observa en algunos ejemplos ya analizados. Sin embargo, en las actividades que se presentan como problemas para ser resueltos por los alumnos estas relaciones son más necesarias.

Como resolución de problemas se incluyen actividades que requieren un diferente grado de elaboración. Pueden ir desde la identificación de objetos hasta la construcción de demostraciones

y de diseños prácticos para resolver un problema planteado, pasando por diferentes niveles de descripción y explicación de los fenómenos.

De las 36 actividades revisadas, 12 caen en esta categoría, lo que representa un 33% del total.

Para ejemplificar este tipo de actividades se analiza la investigación sobre los pesos relativos del agua y el petróleo que realizan los alumnos en la clase que se resumió anteriormente.

Para realizar esta actividad, la maestra pide desde antes el material, les muestra la página 116 del libro de texto de quinto grado en donde aparecen las instrucciones ("Llena una tercera parte del frasco con agua salada, agrega la misma cantidad de petróleo. Tápalo, agítalo y déjalo reposar ¿Qué sustancia quedó al fondo? ¿Por qué? ¿Qué pesa más, el agua salada, el petróleo o el aire? ¿Qué pesa menos? ¿Cómo puedes saberlo?") y les indica lo que tienen que hacer: "...cada jefe de equipo va a tomar agua", "Llena las 3/4 partes del frasco", "Ahora se van a reunir por equipos", "Lean las instrucciones para la investigación", "Lo mismo que le pusieron de agua le ponen de petróleo", "Ahora lo tapan y lo sacuden", "Déjenlo reposar un momentito nada más". Pasa después a preguntar "¿Qué sustancia quedó al fondo?", "el agua salada" responden, "¿Por qué?" "porque pesa más", "¿Qué pesa menos?", "el petróleo" dice un niño y la maestra aclara "el aire". Al final de la clase la maestra pide que mencionen las conclusiones de la actividad. Un niño dice "Vimos que pesa más el petróleo que el agua". Otros hablan de la extracción y la utilidad del petróleo.

R.3.3 (59-78-L)

En el Cuadro I

La organización de la actividad sigue los pasos propuestos por el libro. La maestra sólo introduce pequeñas modificaciones en la cantidad de agua (por cierto, difícilmente van a poder poner 3/4 partes de agua en el frasco y una cantidad igual de petróleo)



y en el uso de agua simple en vez de agua salada. Con el cambio de agua simple por salada se facilita la realización práctica de la actividad, sin que se altere el sentido (comparación de pesos relativos). Las preguntas que hace la maestra son las mismas que aparecen en el libro ("¿Qué sustancia quedó al fondo?", "¿Por qué?" "¿Qué pesa menos?") y los alumnos parecen contestarlas sin dificultad.

Se dice que ésta es una actividad experimental del tipo de resolución de problemas, pues ni el libro ni la maestra dan pistas para saber cómo responder a las preguntas. Una de las interrogantes ("¿Qué sustancia quedó al fondo?") sólo pide describir lo que se ve, pero las demás, ("¿Por qué?", "¿Qué pesa menos?") para ser respondidas, necesitan que se haga un análisis de la relación entre la posición relativa y el peso relativo (densidad) de las sustancias.

No se puede saber si el peso relativo (pesa más o pesa menos que...) hubiera sido el eje de la explicación espontánea utilizada por los niños de no haberse introducido este elemento en las preguntas. Es probable que a esa edad (entre 10 y 12 años) los alumnos ya puedan establecer espontáneamente una relación entre el peso y la posición relativa de dos sustancias observables. Sin embargo, en la interacción, se muestran algunas dificultades para tomar en cuenta al aire como uno de los elementos que están en el frasco y probablemente más aún como algo que pesa. La maestra aclara que el aire es lo que pesa menos.

Es interesante observar que la maestra no hace ningún

comentario al hecho de que los alumnos se refieran a "agua salada", como dice en el libro, y no al "agua", que es lo que ellos usaron. Parece que tanto ella como los niños establecieron un equivalente entre el agua simple y el agua salada y todos se refieren al agua que usaron como si fuera salada.

La maestra tampoco comenta la conclusión del último niño que invierte lo que habían observado en el experimento ("Vimos que pesa más el petróleo que el agua"), probablemente porque ya no está poniendo mucha atención al repaso. Le basta con la mención de los elementos y no analiza si la relación establecida entre ellos es la que se había encontrado. Sin embargo, este comentario puede indicar que existe una asimilación diferencial del contenido, entre unos niños y otros, o que existe una representación que reaparece cuando no están frente al objeto.

En esta actividad, los alumnos siguen la dinámica de la interacción, pero también tienen que razonar sobre el contenido para poder relacionar variables y hacer las inferencias necesarias para encontrar las respuestas sobre las que no tienen pistas.

Otra actividad experimental dentro del grupo 4 de resolución de problemas se observa en 6º grado sobre la lección "Las máquinas" de su Libro de Texto.

La clase comienza con un repaso de cómo vivían los hombres en la "época de las cavernas" y con el Libro de Texto abierto en la pág. 140 donde se describe el uso de herramientas por el hombre primitivo para disminuir el trabajo físico que tenía que emplear para modificar la naturaleza. En el libro se mencionan modificaciones que fue teniendo la vida del

hombre primitivo con la organización del trabajo y el uso de máquinas simples.

En la clase se hace un intercambio de preguntas y respuestas sobre la vida del hombre primitivo donde entre los niños y la maestra van mencionando el cambio de nómadas a sedentarios, la comunicación sin lenguaje y después con lenguaje, la caza del mamut y los instrumentos que usaban para ello, la aparición de la pesca, la agricultura y la ganadería, el descubrimiento del fuego y el uso del cobre y el fierro en armas.

Ma.- "Surgen las máquinas que ayudan a hacer algo con menos fuerza, por ejemplo, para levantar algo pesado cuando él (se refiere al hombre) no podía".

Ao.- "Una roca".

Ma.- "No podía él solo ¿cómo podría hacerle?"

Ao.- "Con una carretilla".

Ma.- "A ver tú J. A".

J.A.- "Con la rueda".

Ma.- "Antes de la rueda, pero vamos a anotarlo", anota en el pizarrón: LA RUEDA.

Ao.- "Con unos troncos, ponían arriba la piedra y la rodaban".

La maestra toma un mango y un lápiz para semejar la piedra y un palo. Pide a un niño que pase.

El alumno coloca dos lápices bajo el mango para simular dos troncos y explica cómo hacerlos rodar para mover la piedra.

La maestra no entiende la propuesta del niño y explica que no es posible levantar una piedra tan pesada colocando un palo a cada lado e intentando alzarla (lo hace con los lápices y el mango).

As.- "¡No!" dicen en coro, dando a entender que la propuesta era otra. La maestra pide a otro niño que pase.

El alumno explica la misma propuesta pero propone utilizar una tarima en lugar de troncos.

Ma.- "¿De qué otra manera se puede?"

Una alumna utiliza el lápiz como palanca sobre el mango al mismo tiempo que explica cómo hacerlo (no se escucha la explicación).

La maestra retoma la explicación que da la niña:

"Metían el palo bajo la piedra y luego la rodaban".

Ao.- "Podían escarbar por abajo de la piedra y meter una madera".

La maestra escribe en el pizarrón: PALANCA.

Ma.- "Antes no tenían drenaje, había pozos muy hondos, ¿cómo podían sacar el agua?"

Aa.- "Amarraban la cubeta a una cuerda y la echaban al pozo".

Ma.- "Estábamos diciendo que amarraban la cuerda a la cubeta pero se lastimaban las manos ¿qué utilizaban

para no lastimarse las manos con la cuerda?".

Ao.- "Una especie de rueda" (hace gestos con la mano simulando mover un torno de un pozo).

La maestra interpreta lo que dice el niño dibujando una polea en el pizarrón y explicando cómo funciona. "¿Cómo se llama?".

Ao.- "Polea".

Escribe en el pizarrón: POLEA.

Ma.- "Si queremos subir 30 litros de agua a un camión, ¿Ma. del Carmen podría sola?".

As.- (A coro) "No".

Ma.- "¿Cómo podría subirlo (un tambo de 30 l. de agua) al camión?".

Ma. del Carmen no contesta, otros niños quieren hablar.

Aa.- "Lo rodaría".

Ma. del C.- "Lo rueda".

Ma.- "Pero estaría en el piso (hace señas marcando que el tambo estaría a un nivel y donde habría que subirlo en otro). A ver Sandra".

Sandra no contesta.

Marco.- "Poniendo una tabla y subiéndolo por ahí".

La maestra dibuja en el pizarrón un camión y un tambo.



Ma.- "Ma. del Carmen dijo que rodándolo pero lo tienen que subir, a ver Marcos".

Ao.- "Sería más fácil si la tabla fuera más larga".

Ma.- "¿Cómo se llama?".

Ao.- "Puente".

Ma.- "No".

Ao.- "Tarima".

Ma.- "No".

Ao.- "Puerta del camión".

La maestra no acepta la terminología cotidiana y escribe en el pizarrón: PLANO INCLINADO.

Algunos niños lo leen en voz alta.

Ma.- "Aquí están las máquinas que el hombre ha utilizado. ¿Para qué utilizó la rueda?".

Ao.- "Para transportar algo".

Ma.- "Vemos la utilidad de la rueda ¿en qué Jaime?".

Jaime.- "Cuando volteamos el tambo, cuando lo vamos a subir".

Ma.- "Ya pasamos lo del tambo".

Ao.- "En la bicicleta".

Ma.- "En la bicicleta ¿cuántas caben?, la bicicleta puede transportar 2 ó 3 personas, cuando se tiene que dar un mensaje urgente, se tiene que ir una persona (en la bici), pero si le pasa algo y ya no llega,

¿entonces qué hace el hombre?".

Ao.- "En el carro".

Termina la clase discutiendo la utilidad de las máquinas en la producción.

R.4.1 (69-85-A)

En el Cuadro I

En esta clase la maestra toma las ideas generales de la lección del Libro de Texto y les da una presentación distinta. En el Libro de Texto, se introduce el tema presentando el surgimiento histórico de las máquinas como algo que abre nuevas posibilidades a la acción transformadora del hombre sobre la naturaleza, para, posteriormente, describir las máquinas simples y plantear los beneficios y los perjuicios, desde el punto de vista social, de máquinas más elaboradas utilizadas en la producción.

Respecto a las máquinas simples, se menciona, inicialmente, cuáles son ("la palanca, la rueda, el plano inclinado, la polea, la cuña y el tornillo"), después se proponen dos investigaciones sobre la palanca y se dan ejemplos de ésta. Se presenta un problema sobre plano inclinado y se dan ejemplos de ruedas y poleas. Se plantea el problema de subir un elefante a un camión y se dan ejemplos de cuñas, tornillos y máquinas más complejas (del tipo de herramientas), donde se combinan varias máquinas simples.

La maestra simplifica la presentación del tema entrando (después de la revisión histórica) directamente al problema de mover un objeto muy pesado (una roca). Esto permite una participación más libre de los niños y los convoca a que recurran a su experiencia y a su razonamiento para resolver un problema de trabajo físico, que es el sentido original del surgimiento de las

máquinas.

Al presentar el problema al grupo y permitir que los alumnos confronten y defiendan sus propuestas ante los demás, tratando de llegar a una solución, la maestra logra que se establezca una situación de construcción colectiva donde se va proponiendo el uso de diferentes máquinas simples para simplificar el trabajo. Esta estrategia contribuye a contextualizar la enseñanza de las máquinas simples, que era la idea general de la lección.

La maestra establece las condiciones para que sean los niños los que vayan proponiendo los conceptos que se pretende transmitir, utilizando la información extraescolar que ellos puedan tener. Ella asume la función de plantear el problema, coordinar la participación y formalizar las conclusiones, para lo cual le pone nombre a las máquinas y lo anota en el pizarrón. Con esta estrategia, logra que los alumnos mantengan el interés por la clase y sigan la dinámica de la interacción mientras razonan sobre el contenido recurriendo a sus saberes. Posiblemente, así ayuda a que los alumnos no se dispersen al tratar un tema sobre el que ya tienen información y pudiera resultarles aburrido.

Este es un ejemplo de transposición didáctica que mantiene la esencia del contenido del texto, pero le da una presentación más ágil, flexible y adecuada para que los alumnos participen en la construcción del contenido. Al plantear de entrada el problema, se logra una mejor integración de los contenidos, que en el Libro de Texto aparecen más parcializados.

### 3.-ALGUNAS TENDENCIAS EN LA FORMA DE PRESENTACION DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES.

Si bien los ejemplos descritos no constituyen una muestra representativa, se pueden obtener de ellos algunas conclusiones iniciales a desarrollar en el futuro.

En el salón de clases, es frecuente que se presenten las conclusiones a las que "deben" llegar los alumnos a partir de la actividad experimental, antes de que ellos tengan oportunidad de expresar sus propias observaciones y comentarios. A veces, se dan pistas sobre la respuesta que se espera; otras, se les pide a los alumnos que vean la conclusión del libro; en ocasiones, se enuncia lo que debe observarse, se leen las conclusiones del Libro de Texto antes de hacer la actividad o se explica lo que ocurre en la actividad justo antes de preguntárselo a los niños. Con frecuencia, se realizan varias de estas prácticas, una después de otra, para "reforzar" y "asegurar" la transmisión de los contenidos. Así, las actividades experimentales, de ser una presentación que pretende propiciar el razonamiento de los alumnos sobre el contenido, parecen utilizarse como un instrumento para confirmar la legitimidad de un contenido científico o del saber aportado por los docentes.

Algunas modificaciones que realizan los maestros parecen

responder a la idea de hacer más accesible el contenido con el que trabajan, presentándolo en forma más familiar a los alumnos y relacionándolo con sus conocimientos cotidianos. El vínculo con los conocimientos cotidianos se toma como una manera de "motivar" a los alumnos, y se supone que la mención de sus saberes es una forma de despertar su interés. En general, no se toma el conocimiento previo de los alumnos como punto de partida para que construyan sus concepciones sobre los temas abordados.

Es frecuente que los maestros dediquen mucho tiempo de la interacción que tienen con los niños, a "aclarar" los conceptos (como se observa en la clase del efecto de los ácidos sobre los alimentos). Muchas de las preguntas que hacen a los niños, son para ver si "entendieron los conceptos". Aceptan preguntas aclarativas sobre las nociones que se pretenden transmitir con más frecuencia que preguntas "que dispersen", aunque en los casos aquí descritos, los alumnos casi no hacen preguntas.

En muchos de los ejemplos analizados parece, a primera vista, que el sentido de la actividad es simplemente ponerle un nombre científico a un conocimiento vanal (como empujar carritos y canicas, calentarse las manos frotándose las, ver que un niño más grande le gana a jalar a uno más chico). Sin embargo, no podemos descartar la posibilidad de que la actividad pueda generar conocimientos nuevos en la medida en que los alumnos verbalicen las acciones sobre un objeto y establezcan relaciones entre varios objetos y sus características.

Resulta interesante observar que la mayoría (66.6%) de las



actividades experimentales presentadas en el aula son demostraciones, a pesar de que en los Libros de Texto casi la totalidad de las "investigaciones" (90%) son concebidas como resolución de problemas (Ramírez 1982).

Convertir los problemas en demostraciones puede ser el resultado de la inseguridad de los maestros cuando no manejan bien los contenidos. Posiblemente, por experiencia saben que en la realización de la actividad experimental pueden surgir preguntas, observaciones y comentarios diversos de los alumnos, a los que el maestro no puede responder. Esta transposición didáctica también puede ser el resultado de la experiencia docente, en la que se encuentra que dar la información antes de la actividad es un recurso que ayuda a evitar el razonamiento divergente de los alumnos y facilita la conducción a las conclusiones que plantean los libros y programas.

Las demostraciones que aportan evidencia parcial sobre un efecto o fenómeno que el maestro ha mencionado (tocarse un brazo para sentir los huesos) establecen una relación limitada de los contenidos escolares con el fenómeno real. En principio, es preferible presentar alguna evidencia de lo que se dice (las plantas deben su color verde a una sustancia llamada clorofila que absorbe la energía solar; sentir la dureza de los huesos bajo la piel o escuchar el latir del corazón) y no sólo dar información a los alumnos sin ponerlos en contacto con los hechos reales. Sin embargo, parece necesario que se aclare que esto no es una prueba sino una evidencia parcial y así evitar que se vaya formando en

los niños una actitud de aceptación de la manipulación con visos de científicidad, cosa que es ampliamente utilizada en la publicidad.

Las demostraciones que pretenden comprobar un efecto producido por las propiedades físicas de la materia, y que trabajan con el fenómeno real, parecen propiciar que los niños hagan deducciones lógicas para sacar sus propias conclusiones sobre el contenido.

En cuanto a las demostraciones que se hacen a través de la analogía con un fenómeno real, en la mayoría de los casos resultan ser muy sugerentes para los niños, quienes repiten varias veces el experimento mostrando su interés, realizan transferencias a otras situaciones o se cuestionan sobre la dinámica y las causas del fenómeno al que no tienen acceso cotidianamente.

Por lo general, las demostraciones conllevan secuencias de instrucción guiadas que en la escuela parecen utilizarse para confirmar la "legitimidad" de un contenido científico o del saber expresado por el maestro. Sin embargo, en algunos casos se pudo ver que los niños introducen modificaciones a la presentación guiada (muerden el material de experimentación, alteran el orden en el que mezclaban sustancias, sacuden el recipiente, ponen frascos iguales para tapar la vela, ponen objetos entre el imán y los alfileres, etc.). Aun una actividad muy dirigida puede resultar una fuente de motivación para que los alumnos sigan sus propias inquietudes (que muchas veces son asumidos por el maestro como ruido, indisciplina o juego) y alteren las condiciones experimentales. Probablemente, estos cambios les permiten obtener

otros datos que pueden redundar en un mayor conocimiento del objeto de experimentación.

Se podría decir que el carácter marginal, y generalmente prohibido, de la exploración espontánea en la escuela, puede inhibir el desarrollo de actitudes de búsqueda de conocimiento, en los niños. Sin embargo, la existencia de estas actividades marginales, las preguntas que a veces hacen los alumnos sobre sus propias inquietudes, las explicaciones que elaboran, las propuestas de experimentos complementarios y las conexiones que la dinámica de la interacción con el maestro les obliga a hacer entre lo que observan y lo que las preguntas les solicitan, parecen indicar que el referente empírico actúa como estímulo para desarrollar algunas formas de relación con el contenido distintas de las que demanda el maestro. De aquí que se considere que realizar una actividad, aunque vaya siguiendo las orientaciones del maestro, puede contribuir a desarrollar capacidades autónomas y conocimientos de los alumnos, sobre todo cuando los contenidos y procedimientos propuestos no se alejan mucho del razonamiento que le es posible seguir a los alumnos y de la concepción que tienen sobre el contenido.

A pesar de la tendencia a presentar las investigaciones como demostraciones, en el aula también encontramos un número considerable (33%) de actividades experimentales que son planteadas como problemas a resolver por los niños. La mayoría de estas actividades -desde las más elementales como identificar las partes de una planta, hasta las más elaboradas, como las que

los propios alumnos diseñan para verificar una afirmación que ellos mismos han hecho- parecen despertar el interés de los alumnos por realizar la actividad y dar sus opiniones.

Entre algunas de estas actividades y las demostraciones más elaboradas, a veces hay poca diferencia en cuanto al tipo de recursos lógicos que los niños tienen que poner en juego.

A pesar de que en la resolución de problemas los maestros solicitan la participación de los niños para elaborar las conclusiones, esto no implica que no intenten guiar su razonamiento. Un ejemplo de esto se puede ver en la orientación de la clase sobre máquinas simples.

Hasta ahora, no parece válida la imagen que tienen los maestros de que los niños se dispersan cuando se realizan actividades experimentales. Es posible que el fenómeno que los docentes llaman "falta de concentración" tenga que ver con el surgimiento de comentarios divergentes de los alumnos (sugeridos por la actividad experimental), que no pueden dirigir u orientar.

En las descripciones presentadas en este trabajo puede verse que en casi todos los casos los alumnos siguen la dinámica de la interacción que plantea el docente. En los casos en que esto no ocurre: a) los maestros tienden a cerrar la posibilidad de que los alumnos expresen sus opiniones sobre el contenido. Esto limita su posibilidad de conocer estas opiniones y hace más difícil que puedan orientar su participación; o, b) existen, de manera explícita, concepciones alternativas de los alumnos que se resisten a ser modificadas a pesar de que el maestro guíe, de

"pistas", aporte información, o trate de imponer las conclusiones (como es el caso de la caída de la manzana).

En resumen, las características de las transposiciones didácticas que realizan los maestros para presentar a los alumnos las actividades experimentales propuestas en los textos, son las siguientes:

1) Se introducen ejemplos, actividades y aplicaciones que acerquen el contenido a lo que el maestro considera que son los saberes cotidianos de los niños.

2) Se dan las "conclusiones a donde hay que llegar" antes de hacer la actividad experimental, convirtiendo, en muchos casos, la resolución de problemas en demostraciones para validar la información que da el texto o el maestro.

3) Frecuentemente, se "refuerzan" los contenidos del texto presentándolos de diferentes formas (como actividad experimental, como explicaciones y aclaraciones diversas del maestro, como ejemplificaciones o resúmenes que se pide a los niños, o preguntas que se les hace) para buscar que se repitan los conceptos "correctos" en distintos contextos.

4) El conocimiento que el maestro tiene sobre un tema parece influir en el margen de autonomía que establece entre la presentación que contiene el texto y la presentación que él hace en el aula.

a) cuando el maestro conoce más de un tema y tiene mayor experiencia docente, introduce más modificaciones a la presentación del texto (integración de las máquinas simples en un

problema).

b) cuando el maestro no conoce el tema lo presenta en el aula siguiendo casi textualmente el Libro de Texto (características de diferentes fuerzas).

Como puede verse, muchas de las transposiciones didácticas que realizan los docentes responden a la necesidad de guiar más el proceso de apropiación del contenido o de asegurar la transmisión de "conceptos" y "nociones" y "llegar al objetivo". Todo esto indica que detrás de la interacción está implícita una concepción receptiva de la ciencia (Gordon 1986) muy arraigada entre los docentes. Se considera que la ciencia se aprende entendiendo sus conceptos más acabados y que esto puede ocurrir sin seguir un proceso de construcción a partir de las ideas previas que tienen los alumnos. Esta concepción receptiva es reforzada en los Libros de Texto. Se cree que la comprensión de un concepto científico depende sólo de la claridad de la forma con que es presentado a los alumnos. Por eso, los maestros tratan de "aclarar" los conceptos, de explicarlos de varias formas, de relacionarlos con fenómenos conocidos, de hacer los experimentos, etc. Si bien esto es necesario para asimilar un concepto, no siempre es suficiente, ya que los alumnos tienen que transitar por un proceso para romper sus concepciones de sentido común y llegar a construir las "científicas". Este proceso puede encontrar obstáculos ya sea por el nivel insuficiente de desarrollo de las estructuras cognitivas de los alumnos, por la resistencia de las ideas de sentido común a ser modificadas, o porque la distancia entre sus concepciones y

las científicas es demasiado grande y necesita pasar por representaciones intermedias que permitan que este proceso pueda ocurrir.

La directividad del proceso no implica que los alumnos necesariamente tomen lo que dice el maestro como guía de sus intervenciones (y probablemente menos aún de sus reflexiones). La aceptación de la orientación propuesta probablemente depende más de qué tan cercana está de sus representaciones sobre el fenómeno, que de la claridad de la presentación o del grado de guía. El hecho de que se guíe la interacción entre los niños y el maestro en torno al contenido no necesariamente impide que los alumnos expresen puntos de vista distintos, sobre todo cuando el contenido entra en contradicción con sus concepciones (como con la fuerza de gravedad).

Por otro lado, los análisis presentados indican que la realización de actividades experimentales en el salón de clase constituye un referente alternativo a las demandas de la interacción con el maestro, referente empírico que puede representar un estímulo para que los alumnos razonen sobre el contenido recurriendo a sus propias concepciones sobre el fenómeno que se estudia.

Para profundizar en estos aspectos se analizarán, ahora, las modificaciones que la participación de los alumnos introduce en las formas de presentación de la actividad experimental.

#### 4. LO QUE SE PUEDE CONSTRUIR A PARTIR DE LA PRESENTACION.

el caso en un grupo de 29 año (1978)

El que la actividad experimental sea presentada como una demostración o como un problema para ser resuelto no es el único factor que influye para definir la relación que los alumnos establecen con el contenido.

La resolución de problemas propicia que los alumnos expresen opiniones alternativas sobre el contenido, ya que la situación experimental les demanda una explicación. Un ejemplo de esto es el siguiente caso de un grupo de 29 año.

Los alumnos ponen al sol una regla (de aluminio), un clavo, una goma, un lápiz y un borrador. En ese día no salió el sol por lo que la maestra pregunta:

M.- ¿Cuál se calentaría más si hubiera sol?

Aos.- La regla (contestan varios alumnos)

M.- ¿Por qué?

Aos.- Porque es de aluminio

M.- ¿De qué?

Ao.- De metal

R.3.2(29-78-L)

En el Cuadro I

En casos como éste, los alumnos tienen que referirse a sus ideas sobre el contenido para dar la respuesta que les pide la maestra, así como establecer una relación entre variables para inferir la causa de su calentamiento (temperatura relativa del objeto con el material de que está hecho). Sin embargo, encontramos que no sólo cuando la situación lo solicita, los alumnos externan opiniones propias. También las actividades demostrativas pueden provocar dudas sustanciales en los alumnos sobre el contenido, mismas que alteran la dinámica de la



interacción y enriquecen los elementos para la reflexión. Este es el caso en un grupo de 5º año (6):

Después de un intercambio de preguntas y respuestas sobre el nombre, ubicación y características físicas (como temperatura relativa y movimientos de rotación y traslación) de los planetas, que son repetidos por los niños, un grupo de 10 alumnos hace una representación del movimiento de los planetas alrededor del Sol. Uno dice:

Ao.- Todos andamos por diferente lugar porque si no chocaríamos.

Ao.- ¿Por qué no chocan? (los planetas).

M.- ¿Qué guardan entre unos y otros?

Ao.- Distancia.

M.- Si se salen de su órbita sí llegarían a poder chocar.

D.3.2 (59-85-M)

En el Cuadro I.

Aquí se ve que aunque la representación del Sistema Solar en sí misma muestra algo que los niños ya sabían (movimiento de rotación y traslación), al realizarse ante el grupo, provoca la duda de un niño: ¿por qué no chocan los planetas?. Este es un cuestionamiento completamente lógico, que la descripción escolar del Sistema Solar no explica. El niño parece aludir a las causas que hacen diferente a este movimiento del movimiento de otros objetos cotidianos donde puede haber colisiones. El maestro responde según una lógica pragmática: porque guardan distancia, o lo que sería equivalente a decir, porque así es.

La aparición de este tipo de interrogantes de los niños puede ocurrir en cualquier momento que una situación en el aula despierta su curiosidad o plantea contradicciones con sus ideas previas. No es posible que un texto escrito, ni siquiera que el

maestro, que conoce el grupo, puedan preveer las dudas y comentarios que una actividad puede sugerir a los alumnos, ni aun cuando las conclusiones, objetivos y conceptos se hayan expuesto previamente o que los niños ya los conozcan, como en este caso.

Veremos ahora un ejemplo, donde los niños, durante una parte de la clase, parecen seguir básicamente lo que les demanda la interacción con el maestro, pero al final de la clase se producen una serie de comentarios, que muestran su razonamiento divergente sobre el contenido.

En una clase de 4º año (realizada en 1985) sobre el tema de "Cambios físicos y cambios químicos" el maestro había pedido que un equipo preparara en su casa los experimentos que aparecen en el libro de texto para exponerlos frente al grupo. Un niño del equipo seleccionado se levanta con su libro en la mano y explica -"Un cambio físico es cuando un árbol lo cortan y hacen cosas con él, pero no cambia". En el libro de texto aparece una ilustración de un árbol cortado, unas vigas de madera y un angel que se está tallando en madera. El texto dice "Cuando una cosa cambia de forma, de tamaño o de lugar pero la sustancia de que está hecha no se transforma en otra sustancia diferente decimos que ha ocurrido un cambio físico" y añade "Cuando una sustancia se transforma en otra diferente, decimos que ha ocurrido un cambio químico". El maestro explica: -"Así es, el árbol se transforma en papel, cambia la forma, el tamaño y de lugar, pero la sustancia del árbol es la misma". Rodolfo (otro niño del equipo) pasa y hace un experimento con una liga frente al grupo. Corta la liga en pedazos y dice que ese es un cambio físico porque no deja de ser liga. La pone en una corcholata y la quema, dice que ese es un cambio químico porque se quemó. La mayoría de los alumnos no alcanzan a ver lo que hace Rodolfo, ni lo escuchan. El maestro muestra la liga quemada y pregunta:

M.- "¿Qué es ahora?"

As.- (En coro) "Carbón", "chicle", "como plástico"

M.- "Cuando la cortan sigue siendo liga. Vamos a verlo" (en el libro).

M.- "A ver compañeritos, cuando una cosa cambia de forma, de tamaño o de lugar, pero la sustancia de que está hecha no se transforma en otra sustancia diferente, es un cambio físico. Es decir, la liga ha sufrido un cambio físico ¿Cuál es el cambio Angeles?" Angeles.- "Cambio físico"

M.- "A ver, Rosa"

Rosa.- "De que la liga cuando se corta ya es chiquita y no se puede estirar".

M.- "A ver tú Rodolfo"

Rodolfo.- (Corrige) "Que la liga solo es chiquita pero se puede seguir estirando"

M.- "Sí, pero no cambió, sigue siendo liga" dice reforzando la idea que él ha dado y que Rodolfo explicó.

Rodolfo hace los experimentos de la pág. 93 del libro de texto donde se prende una vela para decir que: "Toda combustión es un cambio químico". El niño hace una comparación entre ambos experimentos: "La vela se prende rápido, la liga tarda un rato, ... ahí se está viendo como se quema la liga... cuando la liga se quema ya no sirve para lo mismo, la vela sí sirve". Parece concluir que uno es cambio químico y el otro es cambio físico si se sigue la lógica de lo que plantean las definiciones.

En este momento el maestro dice:

M.- "A ver, ¿alguien quiere hacer preguntas al equipo?"

Rosa.- "Si se le pone petróleo a la vela ¿enciende?"

Rodolfo.- "No prende, por eso tienen su mecha"

As.- "Sí prende" (otros) "No prende"

Rodolfo.- "Bueno sí prende pero nos quemamos"

Ao.- "El petróleo da fuerza a la lumbre para que se prenda"

Ao.- "Sí prende porque el petróleo es combustible"

M.- "Si aquí su compañero da una explicación, si se prende porque el petróleo es combustible"

Rosa.- "¿Por qué se desborona?" (se refiere a la vela)

Rodolfo.- "No se desborona, se derrite, porque se prende"

M.- "Ahora el equipo va a hacer preguntas"

Jorge.- "¿Se puede quemar el petróleo sin ningún papel? Si pongo en una ficha petróleo ¿se prende?"

Ao.- "Yo digo que no porque yo lo he hecho y no se prende"

Ao.- "Si se pone un cerillo encendido sí se prende" Hay discusión sobre esto pero no se llega a ningún acuerdo. (...)

Verónica.- "Si se cambió el material de la liga ¿de qué está hecha?"

M.- Retoma la pregunta y la devuelve planteándola de

otra manera que cambia el sentido "Si se quemó ¿cómo cambió? ¿en qué se convirtió?"

Rodolfo.- "Se hace líquido, como plástico derretido"

El maestro termina la clase.

D.2.13 y D.2.14 (49-85-L)

En el Cuadro I.

En la primera parte de esta clase los alumnos siguen la lógica que plantea la dinámica de la interacción con el maestro, que es la de distinguir cuál de las dos definiciones de cambio (físico o químico) se puede aplicar en cada actividad experimental. Aunque formalmente estas actividades son presentadas como demostraciones (porque se pregunta el tipo de cambio después de dar la definición), en realidad los alumnos tienen que razonar sobre cada ejemplo para poder deducir en qué casos "la sustancia de la que está hecho el objeto se transforma en una sustancia diferente". Los niños tienen que tratar de ver la congruencia entre lo que pide el maestro y lo que ellos pueden entender a partir de la actividad. Por tanto, intentan establecer las relaciones que puede haber entre la lógica que sobre el contenido establece la dinámica de la interacción con el maestro y la lógica de la relación entre lo que ellos piensan sobre el contenido y lo que observan.

En la segunda parte de la clase, el maestro propone que se hagan preguntas entre ellos y por tanto abre un espacio para que externen sus propias inquietudes. En ese momento, las intervenciones verbales tienen un giro, donde se ve que a los niños no les interesa caracterizar el tipo de cambio de los materiales, sino tratar de entender cuáles son las condiciones necesarias para que ocurran ciertos cambios: en qué condiciones

puede haber una combustión, en qué materiales ocurre, e incluso cuál es la composición del material después de que se transforma químicamente. Parece preocuparles la posibilidad de que un combustible como el petróleo se prenda a pesar de que no se ponga en contacto con un material incandescente.

En el intercambio de opiniones sobre la combustión de la liga y de la vela, se observa que los niños confunden los cambios físicos y los cambios químicos ("cuando la liga se corta es chiquita y no se puede estirar"; "cuando la liga se quema ya no sirve para lo mismo, la vela sí sirve"). Esta es una confusión explicable si tomamos en cuenta que de frases como "se transforma en una sustancia diferente" es difícil entender lo que es un cambio en la composición de la materia, pues este cambio puede interpretarse como un cambio en las características físicas del objeto (la liga partida no sirve para lo mismo que completa, es diferente). La lógica del razonamiento de los niños es clara: la liga partida no sirve para lo mismo que completa, por tanto es diferente y éste es un cambio químico. Los elementos con los que cuentan los pueden conducir a una confusión, provocada por la dificultad de entender lo que es una "sustancia diferente". En el caso de la vela, además de las deficiencias de la definición, otra fuente de confusión es que ocurren simultáneamente cambios físicos (de la cera sólida a cera líquida) y cambios químicos (combustión de la cera líquida). Por eso, los niños pueden ver que, a pesar de que hay combustión, la cera sigue siendo cera.

En esta parte de la clase, la interacción entre iguales

permite externar las inquietudes y el nivel de las elaboraciones que los niños pueden ir desarrollando, a partir de las experiencias presentadas. El hecho de que la actividad sea demostrativa no limita el tipo de relación que establecen con el contenido. El razonamiento que el maestro trata de guiar, influye pero no limita las reflexiones que después manifiestan los alumnos. Sin embargo, es poco frecuente que un maestro de la oportunidad de que los niños se hagan preguntas entre ellos y busquen la respuesta. Esto es parte de la forma de presentación de esta clase, que después de orientar una serie de actividades demostrativas para conducir al contenido que plantea el Libro de Texto, permite que haya una confrontación entre preguntas abiertas y concepciones de los alumnos.

Esta situación excepcional permite identificar un proceso que posiblemente no sea tan poco común. Mientras que los alumnos siguen la lógica que plantea el Libro de Texto o el maestro, paralelamente pueden seguir una serie de razonamientos que difieren considerablemente de los que externan en la dinámica escolar. En la medida en que la escuela no permita que se expongan y confronten estas dos líneas de razonamiento, estará contribuyendo a formar lo que M. Moreno (1980) llama un pensamiento bipolar, escindido.

Se puede concluir que si bien algunas formas de presentación de la actividad experimental propician más que otras la relación de los alumnos con el contenido, en tanto les demandan explícitamente acudir a su razonamiento, entre todos los tipos de

actividad experimental pueden aparecer situaciones en las que los alumnos manifiesten concepciones sobre el contenido distintas a las que demanda la dinámica de la interacción.

La relación de los alumnos con el contenido escolar se puede establecer a partir de actividades donde se pone a los alumnos en situación de buscar sus propias explicaciones a un problema. Pero, como plantea Vygotski (1956), las preguntas-guía, los ejemplos y demostraciones, así como la imitación de una actividad guiada por los adultos, también pueden desarrollar en los niños la capacidad de comprensión de los fenómenos y desencadenar una serie de comentarios que parecen responder a sus propias reflexiones y dudas sobre los fenómenos naturales. Por otro lado, los ejemplos expuestos muestran que las actividades experimentales (que en el salón de clase son presentadas como demostraciones para verificar una información dada previamente) no siempre son consideradas como demostraciones por los alumnos, ya que esto depende de que ellos partan o no de la misma concepción que se pretende demostrar.

Los alumnos tienen sus concepciones e ideas, las cuales confrontan con el conocimiento presentado en el aula. Cuando estos dos puntos de partida difieren, la demostración puede hacer surgir evidencia que cuestione las ideas iniciales y se convierta así en un problema que requiere una nueva interpretación.

La importancia que se da, en los estudios curriculares empiristas, a analizar las características de las investigaciones propuestas (inductivo, deductivo, actividades demostrativas o de descubrimiento), para deducir, de esta clasificación, las

características de la formación que promueve en los alumnos, ignora que las propuestas no caen en el vacío. Las propuestas de actividades experimentales generalmente actúan como chispas que despiertan la reflexión de los niños en direcciones poco previsibles dado nuestro nivel de desconocimiento de sus concepciones y de la forma como estas evolucionan.

Los niños pueden establecer una relación viva con el contenido que les sugiere nuevas preguntas y que transforma el sentido original de la actividad experimental. Esta transformación de la actividad experimental a la que contribuyen los alumnos resignificando el contenido, desde lo que ellos pueden entender, es otra parte de la elaboración del contenido escolar que se realiza en el aula; que podría considerarse como otra de las transposiciones didácticas que ocurren en el salón de clases.

#### Notas

(1) Una información más amplia sobre este trabajo y otros, basados en el estudio de observaciones del trabajo de ciencias naturales en el aula, que fueron realizados en el DIE y son un antecedente importante para la realización de esta tesis, se incluye en el anexo I.

(2) Nombre comercial de unos polvos para preparar agua de sabores.

(3) Investigación I de la Lección "Las plantas verdes fabrican alimento". Libro de Texto de Ciencias Naturales Cuarto Grado pág. 112. Edición 1985.





factores importantes para que se formulen y se expliquen alternativas, puntos de vista, contribuyendo a la construcción del contenido en el aula.

### CAPITULO III

## LA RELACION DE LOS ALUMNOS CON EL CONTENIDO ESCOLAR

### 1) Razonamiento de los Alumnos.

En este capítulo se analiza la participación de los alumnos en la construcción del contenido escolar, cuando expresan opiniones diversas que modifican el contenido presentado por el docente en las actividades experimentales.

Los registros seleccionados para analizar, son aquellos, en donde aparecía mayor riqueza de elementos en la dinámica de la interacción verbal entre los alumnos y el maestro, sobre todo aquellos donde la participación de los alumnos se centra en el razonamiento sobre el contenido que es presentado en el aula.

Después de aclarar lo que se entiende por el razonamiento de los alumnos y de exponer algunos conceptos de la teoría didáctica de Guy Brousseau (1978), que son útiles al análisis realizado, se pasa a describir algunos fragmentos de clase donde aparece la necesidad de entender los fenómenos como uno de los factores que más claramente influyen en la relación que los alumnos establecen con el contenido. Posteriormente, se analizan algunos registros donde la interacción verbal con el docente, y, sobre todo, la comunicación entre los niños acerca del experimento, parecen ser

factores importantes para que se formulen y confronten explicaciones alternativas y para que se argumenten distintos puntos de vista, contribuyendo a la construcción colectiva del contenido en el aula.

La descripción de la interacción verbal y el análisis de la construcción del contenido en el aula no determinan los procesos de razonamiento de los sujetos, sí dan idea de la existencia de este razonamiento y al menos de una parte de la lógica que sigue.

a) Razonamiento de los Alumnos.

La descripción de las intervenciones de los alumnos (preguntas, respuestas, comentarios y en ocasiones acciones) en la dinámica de las relaciones que se establecen en el aula, nos da pistas sobre el tipo de razonamiento que siguen los niños.

Si bien la descripción de la interacción verbal y el análisis de la construcción del contenido en el aula no determinan los procesos de razonamiento de los sujetos, sí dan idea de la existencia de este razonamiento y al menos de una parte de la lógica que sigue. Las características de la interacción verbal y de la construcción colectiva del contenido también permiten analizar algunas de las actitudes que manifiestan los sujetos, mismas que pueden propiciar una formación científica.

La relación que los alumnos establecen con el contenido en el salón de clase, aparece mediada por la interacción con el docente. Para comprender y poder seguir una clase "los niños deben poner en juego, simultáneamente, dos procesos de 'razonamiento': por un lado, tratan de entender el contenido de los elementos señalados o expuestos por el docente (definiciones, explicaciones, conceptos,

etc.); por otro, se ocupan de comprender las reglas y los usos aplicables en el contexto particular de interacción, de pensar en qué se tiene que hacer o responder" (Rockwell, 1982).

El razonamiento de los alumnos que sigue fundamentalmente la dinámica de la interacción establecida con el maestro es el que ponen en juego para tratar de entender qué quiere el maestro que ellos hagan, cómo participar en la dinámica de la clase, qué respuestas espera el docente, cuándo y de qué manera deben darlas, qué pistas seguir, a qué tipo de conocimientos previos es legítimo recurrir en el ámbito escolar para establecer analogías o transferencias. Esta forma de relación de los alumnos con el contenido puede dar la apariencia de apropiación del saber, porque da lugar a respuestas textuales de los contenidos solicitados, pero puede tener contradicciones con lo que los niños comprenden sobre el contenido abordado. En estos casos, no se habla de una participación de los alumnos en la elaboración del contenido escolar, ya que sus comentarios no parecen modificar las ideas presentadas por el docente. No explicitan opiniones alternativas de las que se pueda inferir si están o no poniendo en juego sus propias concepciones sobre el contenido.

El razonamiento que sigue la dinámica de la interacción es una forma de adquirir normas de comportamiento social y de ubicarse frente a las reglas del juego que definen esa dinámica: comportamiento frente a la autoridad, manejo de la inconformidad, distinción de las condiciones que permiten expresar ideas propias o que recomiendan su marginación, términos en los que se admite

establecer una relación entre iguales, etc.. Pero cuando el razonamiento que sigue la dinámica de la interacción no entra en contradicción con el razonamiento que sigue la lógica que el contenido tiene para los alumnos, el primero también puede propiciar su razonamiento sobre el contenido por mecanismos como el aprendizaje por imitación, o la capacidad desarrollada después de una demostración o de una actividad guiada (Vygotsky, 1984).

El razonamiento de los alumnos que se centra en la lógica que para ellos puede tener el contenido presentado en el aula, es aquél que muestra la necesidad que tienen los alumnos de comprender el contenido, de relacionarlo con otros contenidos, con sus propias ideas sobre lo que se dice y con lo que esto les sugiere, y de darle por tanto un sentido a estos contenidos que, en principio, les permita apropiárselos.

Cuando los alumnos razonan sobre el contenido pueden expresar opiniones distintas a las que demanda la dinámica de la interacción. Estas opiniones alternativas, que generalmente buscan resolver un conflicto y que convocan a que los alumnos expresen sus propias concepciones, enriquecen y contribuyen a la construcción colectiva del contenido escolar.

#### b) El Estudio de las Situaciones Didácticas.

La investigación didáctica, como es definida y desarrollada por la corriente que se ubica en los IREM de Francia con teóricos

como G. Brousseau, I. Chevallard, G. Vergnaud, R. Douady y otros, se plantea en torno al problema de cómo hacer evolucionar el conocimiento de los alumnos sobre un contenido escolar específico, para lo cual toma a las situaciones de enseñanza como su objeto de estudio con vistas a optimizar, controlar y reproducir las condiciones en las que se conforma el saber en situación escolar.

Aunque en este trabajo no se pretende estudiar cómo debía enseñarse, sino cómo se está enseñando actualmente en la escuela y cuáles son las situaciones que ocurren cotidianamente que más involucran a los alumnos en una relación constructiva con el contenido, nos resultan útiles algunas de las categorías desarrolladas por la didáctica que se proponen para estudiar los procesos de transmisión y adquisición de los diferentes contenidos en situación escolar (Artigue 1984).

En la aproximación de la línea de Brousseau se diseñan y controlan las situaciones didácticas de modo que el conocimiento no sea enseñado directa o indirectamente por el maestro sino que aparezca progresivamente en el niño a partir de confrontaciones con cierto tipo de obstáculos hallados en el curso de la actividad. Por situación didáctica se entiende el conjunto de relaciones que se expresan en el salón de clase, entre el docente, los alumnos y el contenido.

La teoría de las situaciones didácticas desarrollada por G. Brousseau plantea algunos conceptos generales que son los siguientes:

Contrato Didáctico, define las reglas de funcionamiento al

interior de una situación didáctica. Es el conjunto de condiciones que se establecen implícitamente entre el maestro y los alumnos donde el primero se compromete a enseñar algo y los segundos a aprenderlo. Estas condiciones se establecen a través de una negociación cuyos resultados es el contrato didáctico. En el contrato didáctico se establece, por ejemplo, la distribución de responsabilidades, la asignación de plazos temporales a diferentes actividades y el permiso o prohibición de usar determinados recursos.

Para Brousseau, la génesis escolar de los conceptos se da en etapas que reflejan la construcción del saber científico. Para propiciarla propone las siguientes cuatro situaciones:

Situación de Acción.- Es aquella en donde se confronta al alumno con una situación que le plantea problemas. En su búsqueda de una solución produce acciones que pueden conducir a la creación de un saber práctico. El alumno puede o no explicitar sus acciones pero la situación no se lo exige.

Situación de Formulación.- El objetivo de esta situación es la explicación a través de un lenguaje verbal, gráfico o simbólico, de los modelos implícitos que fueron movilizados en la fase de acción. El trabajo de formulación no se reduce a una simple traducción de las acciones. El paso a la formulación plantea en sí mismo problemas conceptuales al alumno.

Situación de Validación.- La situación misma debe permitir la realización de una validación empírica de los ensayos de resolución que se ponen en juego. Ahora se tratará de otro tipo de

validación, ya no sobre informaciones, sino sobre declaraciones: procedimientos formulados, generalizaciones, propiedades, etc. La necesidad de argumentar por qué algo que se afirma es correcto (o mejor que otras alternativas), lleva al sujeto a elaborar demostraciones. El sentido de éstas está dado por la necesidad de convencer a sus pares. Estas demostraciones pueden ser de índole muy distinta dependiendo, entre otras cosas, del acervo de proposiciones ya validadas, del tipo de razonamiento que los niños están en posibilidad de realizar (según su edad y el tema de que se trate) y de las exigencias del interlocutor.

Situación de Institucionalización.- Son aquellas situaciones en las que se establece convencional y explícitamente el estatus cognoscitivo de un conocimiento o de un saber.

Otro de los conceptos fundamentales de la didáctica que ya definimos en el capítulo anterior es el de "transposiciones didácticas".

#### 1.- LA NECESIDAD DE ENTENDER.

Interesa analizar algunos ejemplos concretos para tratar de encontrar algunos de los factores, desde el contenido mismo y desde las características de la situación, que permiten que se abran espacios en la dinámica de la interacción donde los alumnos pueden expresar opiniones propias.

Como plantea Jean Brun (1980), la pertinencia de una actividad



en el sentido de qué tan significativo resulta un contenido para los niños, depende de muchos aspectos que actualmente están poco estudiados, entre los cuales se incluirían: la adecuación al nivel estructural de las nociones involucradas, el contenido material del problema (o en términos psicológicos, el "ropaje" de la tarea), sus componentes simbólicos, los aspectos relacionados que entran en juego en el enfoque pedagógico utilizado, etc.

Cesar Coll (1978) analiza diversas investigaciones sobre los factores de motivación que generan la curiosidad de los niños frente a un objeto como: a) el grado de novedad que éste tiene para el sujeto; b) la complejidad que presenta (a veces se encuentra que éste es un factor motivante y en otros casos que la excesiva complejidad actúa como factor desestimulante del interés); y c) la capacidad del objeto de producir un conflicto cognitivo en el sujeto.

Para Agnes Heller (1976); la contemplación es fundamento de la actitud teórica, cuando se toma distancia de una aproximación pragmática, al observar algo que no se usa y al experimentar placer frente a algo que no se consume. Se desarrolla así una actitud teórica que es germen de una actitud científica y que tiene que ver con la necesidad y el placer de entender respondiendo a las interrogantes que el contenido despierta en los sujetos. Esta actitud tendría que ver con la relación que los sujetos establecen con el contenido cuando les despierta una curiosidad y un interés que se convierten en fines en sí mismos; o sea, que no están relacionados con la solución de necesidades

básicas o con la necesidad de responder a una demanda externa, como es la de dar la respuesta que espera el maestro.

En este trabajo no se distinguen muchos de los factores que, incluidos en la presentación, influyen en la forma como los niños se relacionan con el contenido, pero si se analizan algunas de las características de las situaciones donde el razonamiento se centra en el análisis del contenido más que en la demanda de la interacción.

La siguiente clase de 59 grado es un ejemplo de participación de los alumnos de manera alternativa y complementaria a la que demanda la interacción con el maestro.

Esta clase comienza con un repaso de conocimientos escolares que los alumnos recuerdan (nombres de los planetas, distancias relativas al Sol, existencia de satélites, tamaños y temperaturas relativas, forma de las órbitas, etc).

M.- "¿Qué hay en el Sistema Solar?" Los niños mencionan "planetas", "cometas", "asteroides", "satélites", y el maestro los va dibujando.

M.- "¿Qué planetas tienen satélites?" Los niños mencionan cuales tienen.

M.- "Nos faltan los movimientos de la Tierra".

As.- "Rotación y traslación".

M.- "¿En qué consiste el movimiento de traslación?"

A.- "Que nos hace girar alrededor del Sol".

A.- "Provoca las estaciones".

M.- "¿Qué es el movimiento de rotación?"

A.- "Que la Tierra gira sobre su propio eje".

M.- "¿Cómo es el eje?"

As.- "Imaginario".

Después de comentar sobre la trayectoria de los planetas y las características de algunos de ellos, el maestro pide que se haga una representación del "funcionamiento del Sistema Solar" con unos niños girando y trasladándose alrededor de otro niño. Un niño pregunta por qué no chocan los planetas y después otra niña hace la siguiente pregunta que genera un debate:

Aa.- "¿Por qué no nos caemos?"

El maestro devuelve la pregunta.

M.- "A ver, ¿quién sabe eso?"

Ao.- "Porque hay una fuerza magnética que nos sostiene a nosotros"

Aa.- "Pero ¿quién sostiene a la Tierra?" insiste la niña.

Aa.- "Porque al girar genera aire que la sostiene". Explica otra alumna y sale a explicarlo al frente del salón por indicación del maestro.

Otro alumno insiste hablando sobre la fuerza de gravedad en la Tierra.

Ao.- "Hay una fuerza magnética que nos jala para abajo".

Mientras otro niño sigue proponiendo una explicación de por qué no se cae la Tierra.

Ao.- "Como que la Luna nos tiene amarrados"

Ao.- "Pero pesa más la Tierra y jalaría a la Luna", le rebate otro niño.

M.- "¿Cómo se llama esa fuerza?" interviene el maestro.

Ao.- "Gravedad"

M.- "¿Está en todo el espacio?"

Ao.- "Pero a la Tierra no la puede sostener la gravedad, porque está en ella misma", añade un alumno, cuestionando la explicación implícita en la pregunta del maestro.

M.- "Gabriela dice que no se cae porque al estar girando genera aire que no la deja irse". El maestro retoma la primera explicación.

Ao.- "Como usted dice hay gravedad en todo el espacio, y eso la sostiene como fuerza magnética" confirma otro niño.

M.- "¿Por qué magnética?"

Aos.- "Porque es una fuerza que atrae"

Sin llegar a conclusiones sobre el problema planteado y dejando expuestas varias hipótesis, el maestro pasa a otra cosa.

M.- "¿Por qué le llamamos Sistema Solar; como si fuera en Matemáticas?"

Ao.- "Porque es un conjunto"

M.- "Es un conjunto de planetas"

M.- "Cada elemento tiene una función ¿cuál es?"

Aos.- "Rotar y trasladarse"

Ao.- "Maestro, si la Tierra girara muy rápido ¿se vería como una luz que se prende y se apaga?" Al principio el maestro no entiende bien qué quiere decir el alumno y le pide que explique más. El niño explica levantándose del asiento con una sonrisa de orgullo; como presumiendo que se le ocurrió algo interesante.

Pasan después a repasar los tamaños relativos de

planetas. Los niños muestran que manejan la información. Un alumno pregunta:

Ao.- "¿Por qué no tienen anillos otros planetas?"

M.- "Porque se cree que entre Júpiter y Saturno había otro planeta que explotó y que en Saturno se fué juntando". Explica el maestro.

Ao.- "Si la Tierra saliera de su órbita ¿a qué velocidad saldría?" añade otro niño.

M.- "Dijimos que el universo es infinito, o sea, que saldría a una velocidad infinita"

Ao.- "¿Cuál es el planeta que tiene agua aparte de la Tierra?"

M.- "En los que haya vida como Venus y Marte, pero no se ha comprobado esto"

M.- "Una pregunta ¿ya se han explorado otros planetas?"

Aos.- "Sí, Venus"

M.- "Bueno, se terminó la clase"

Obs.- Se ve que los alumnos tienen mucha información del tema, pero también muchas dudas e inquietudes.

Estaban muy interesados y parecía que podían haber seguido preguntando muchas cosas.

D.3.2 (59-85-M)

En el Cuadro I

En varios fragmentos de esta clase, los alumnos van siguiendo con tanta fluidez la dinámica de la interacción con el maestro que otros maestros comentan al leer el registro: "parece que ya lo sabían de memoria... todo está como muy bien planeado, bien repasado... es raro que todos los niños estén interesados".

Este comentario muestra la imagen que da la primera parte de esta clase, donde el maestro pregunta y los alumnos responden aparentemente de manera mecánica y sin razonar sobre el contenido, más que para mencionar los datos que solicita el maestro. En un inicio la clase se parece a la ejecución de rituales basados en preguntas y respuestas sobre contenidos memorizados.

Sin embargo, la clase se diferencia de un puro repaso por la preocupación que el mismo maestro expresa, en una reunión con los

demás docentes de la escuela, de "no dejar lagunas", "que se entienda bien todo lo que se da", de querer resolver "a fuerzas" los cuestionamientos de los niños. Esto lo lleva a seguir la lógica de los niños y, como él reconoce, "nos vamos por sus inquietudes... como que hay un adentramiento". Este interés del maestro porque se aclaren todas las inquietudes probablemente es transmitido a los alumnos propiciando que éstos reciban el mensaje de tratar de entender el contenido.

Así, después de realizar la actividad demostrativa del movimiento planetario, surgen una serie de inquietudes de los niños que reflejan un razonamiento sobre el contenido que rebasa la descripción que solicita el maestro. Los niños están tratando de entender cómo y por qué se mueven así los planetas, están analizando la dinámica del Sistema Solar, tratando de explicarse la especificidad de este movimiento y la razón por la que difiere de otros movimientos que ellos conocen, las consecuencias que tendría que se alterara el estado de movimiento de los planetas, etc.:

"¿Por qué no chocan (los planetas)?"

"¿Qué pasaría si los planetas se pararan?"

"¿Por qué no nos caemos?"

"Pero ¿quién sostiene a la Tierra?"

"Si la Tierra saliera de su órbita ¿a qué velocidad saldría?"

"¿Por qué no tienen anillos otros planetas?"

En este caso, los alumnos no sólo expresan inquietudes propias, sino que participan en la búsqueda de una explicación que dé respuesta a sus dudas y en la que ponen en juego

representaciones posiblemente construidas por ellos: la Tierra no se cae porque "al girar genera aire que la sostiene", "la Luna nos tiene amarrados". Tratan de encontrar, a través de analogías con otras experiencias, una coherencia que dé unidad a las explicaciones que puedan elaborar sobre las características del movimiento de los objetos y las causas que lo provocan (¿por qué la Tierra se puede sostener en el espacio, si nuestra experiencia es que las cosas caen?, ¿por qué los planetas siempre se están moviendo y además en una misma órbita, si eso no ocurre cotidianamente con los cuerpos en movimiento?). También se elaboran representaciones que, al alterar algunas variables, crean situaciones de excepción que permiten entender mejor los fenómenos: "si la Tierra girara muy rápido ¿se vería como una luz que se prende y se apaga?".

Interesa destacar aquí que el conjunto de problemas en el que los alumnos se ven involucrados en esta clase nada tiene que ver con la resolución de sus necesidades básicas o con una actitud pragmática. Por el contrario, la curiosidad y el interés se provocan y se mantienen en torno a cuestiones aparentemente abstractas y lejanas (como por qué se mueven así los planetas), que tienen que ver con necesidades intelectuales, (que los niños muestran vivamente mientras no se les inhibe la inquietud natural), como es la de entender los fenómenos naturales que observan y la de comprender el mundo que los rodea. El tema tampoco capta su interés por lo novedoso, pues, como el maestro menciona: como estaba atrasado traté el tema del Sistema Solar

porque pensaba que "era muy fácil, ya que lo han manejado desde segundo".

En la presentación, se incorporan las inquietudes y los conocimientos que tienen los alumnos, tanto de la información recibida escolarmente como extraescolarmente:

M.- "Ustedes han ido al planetario ¿Qué hay alrededor de las estrellas?"

Aos.- "Meteoritos", "Asteroides", "Cometas".

Aa.- "Yo vi en una caricatura que también hay remolinos que se iban a comer a la Tierra".

Ao.- "Hoyos negros" aclara otro niño.

M.- "¿qué es un hoyo negro?" dice el maestro incorporando la información y pidiendo que aclaren, que aporten todo lo que saben sobre el tema.

Ao.- "Es un pedazo donde está una estrella que se apagó".

El maestro retoma las dos ideas y las confronta.

M.- "Como un remolino dice (una alumna) o como un pedazo donde está una estrella que se apagó (menciona el nombre del alumno)".

D.3.2 (59-85-M)

En el Cuadro I.

El maestro convoca a los alumnos a pensar, utilizando sus concepciones sobre los fenómenos y, por tanto, validando su razonamiento más que lo "correcto" de las conclusiones a las que lleguen. Esto se observa al devolver al grupo las preguntas para que ellos busquen sus propias respuestas ("¿Por qué no nos caemos?", "A ver ¿quién sabe eso?"), en la actitud de confrontar respuestas distintas, como buscando que se reflexione sobre sus contradicciones y sobre la coherencia posible (como en la definición de los hoyos negros). El maestro también recoge, y en esa medida legítima, las explicaciones espontáneas de los niños ("Gabriela dice que no se cae porque al estar girando genera aire

que no la deja irse") y permite que se desarrollen las reflexiones lógicas que los alumnos van haciendo a partir de la información que tiene ("Como que la Luna nos tiene amarrados", "Pero pesa más la Tierra y jalaría a la Luna", "A la Tierra no la puede sostener la gravedad porque está en ella misma"), sin reprimirlas o corregirlas por el hecho de que no sean las que actualmente acepta la ciencia.

Esta dinámica, co posiblemente, permite establecer una articulación del contenido que sugiere nuevas preguntas y que también puede permitir nuevas construcciones.

Es importante tomar en cuenta que, así como el maestro permite que los alumnos construyan sus propias explicaciones, también él se da la libertad de razonar sobre el contenido para construir las respuestas a las preguntas que le hacen ("Dijimos que el universo es infinito, entonces los planetas saldrían de su órbita a una velocidad infinita").

Probablemente, el maestro no conoce con precisión la respuesta a muchas de las interrogantes y reflexiones de los alumnos, cosa que siempre puede ocurrir tomando en cuenta la gama de inquietudes que pueden tener los niños y la imposibilidad de que los maestros sean expertos en todo; pero se aventura, junto con los alumnos, en una búsqueda de explicaciones a sus interrogantes, a pesar de la inseguridad que genera el meterse en un terreno desconocido. Sin embargo, el maestro hace una afirmación contundente ahí donde sólo está elaborando una construcción hipotética, probablemente para evitar que se cuestione su rol docente como "el que sabe". Esta



afirmación puede dar la impresión de que el maestro ya sabía la respuesta y, por tanto, tal vez, no transmite lo más importante de su actitud: la importancia de buscar respuestas a los interrogantes razonando sobre lo que ya se sabe para tratar de explicarse lo desconocido. Además, deja asentado como "correcto" un contenido que es sólo una suposición de él.

La incorporación de los aportes de los alumnos sin rechazar el conocimiento extraescolar (como la información de los hoyos negros), puede ser un factor afectivo que ayude a fomentar el razonamiento de los alumnos sobre el contenido y la participación en una construcción colectiva del mismo. La vinculación de los conocimientos que los niños manejan en su entorno social puede contribuir a enriquecer la construcción del contenido escolar.

Podemos decir que esta clase es un ejemplo de la posibilidad de que en la escuela haya momentos donde el trabajo se centre en el razonamiento sobre los contenidos científicos. En este caso, la situación aparece cuando los alumnos tienen interés por un tema y el maestro centra su quehacer en que los alumnos entiendan, guiando el proceso, pero sin imponer las respuestas "correctas", cuando éstas no provienen de un razonamiento de los alumnos sobre el contenido.

Es interesante destacar que, en esta clase, el maestro mantiene la dinámica de la interacción, de principio a fin, en torno al repaso de la información que tradicionalmente se enseña en la escuela sobre el Sistema Solar, mientras que, simultáneamente, abre espacios para la expresión de opiniones

propias de los alumnos.

Otro ejemplo de una situación didáctica donde los alumnos establecen una relación con el contenido motivada por el interés de entender, que los lleva a construir explicaciones poniendo en juego sus concepciones sobre los temas abordados, es el siguiente:

En una clase de 5º año observada en 1985 sobre el tema "La vida en el agua" y después de una introducción donde el maestro trata de "motivar" a los niños hablando sobre varios aspectos que tienen relación con el mar (como la forma de vida de almejas y ostiones, un poema de Efrain Huerta sobre la proporción de agua y tierra en el planeta, los viajes por el mar, la importancia del mar, la diferencia entre la vida en el mar y en la tierra, etc.) el maestro pregunta:

M.- "¿En el mar no hay oxígeno?"

Ao.- "¿No?, entonces ¿cómo van a respirar los peces?", dice incrédulo un alumno.

Pepe.- "Maestro, ¿salen a respirar a la superficie y luego se meten? ¿no hay?" pregunta sorprendido asumiendo que se está negando la presencia de oxígeno en el mar.

Ao.- "Sí hay oxígeno para los pescados" afirma un tercero.

Otro alumno como enojado refuerza esta última idea con un argumento.

Carlos.- "Sí hay oxígeno, si no se morirían los peces" dice gritando.

M.- "A ver, Carlos, espérate" dice calmándolo.

Carlos.- (Agresivo) "Es que dice Pepe que toman agua. Estarían como tú (en tono de burla).

Juan.- "No hay oxígeno porque no son personas" comenta encontrando un argumento.

Ao.- "Sí hay, porque en el mercado yo ví una pecera que tiene un tubo que saca aire, pues funciona con una bomba". Ratifica con pruebas la existencia de oxígeno.

M.- (Irónicamente) "Entonces en el mar hay una bomba ¿no?"

Ao.- "Nooo".

M.- (Negando el argumento anterior) "Las únicas que salen a respirar son las ballenas".

Ao.- (Corrigiendo al maestro) "Y los delfines".

M.- (Aclara) "Que las ballenas salgan a tomar aire no quiere decir que todos los peces salgan".

Después de negar las hipótesis de los niños el maestro los orienta hacia otra explicación.

M.- "¿Ustedes saben quiénes producen el oxígeno en la tierra?".

Aos.- "Las plantas" (a coro).

M.- "¿En el mar hay plantas?".

Aos.- "Sí hay" (a coro).

M.- (Dando la información) "Entonces sí hay oxígeno.

Sólo hay oxígeno para los animales (acuáticos). Aquí

(en la tierra) hay, pero es diferente, también las

plantas son diferentes".

M.- (Para reafirmar) "¿Habrá oxígeno, aire en el agua?".

Aos.- "Sí hay, porque las plantas son diferentes, es

distinto porque nosotros no podemos respirar en el

agua", responde siguiendo la lógica indicada por el

maestro. (1)

R.5.1 (59-85-A)

En el Cuadro I

El debate colectivo en el que entran los alumnos sobre la existencia o inexistencia de oxígeno en el mar es provocado por una pregunta del maestro que parece generar una contradicción con otras informaciones y conocimientos de los niños (los peces necesitan oxígeno para respirar en el mar).

En este caso, el razonamiento sobre el contenido se convierte en el eje de la interacción y provoca una confrontación de alternativas explicativas para tratar de encontrar una congruencia entre el conocimiento de los niños y el que parece sugerir el maestro. Algunos alumnos toman distancia del planteamiento del maestro negando la pista que él transmite en la pregunta, mientras otros buscan explicaciones alternativas que pudieran incluso sustituir a sus ideas previas ("¿Salen a respirar a la superficie?"), o estructuran argumentaciones utilizando elementos de su propia experiencia extraescolar que puedan servir de pruebas para sostener su posición sobre la existencia del oxígeno en el

mar (sí hay, porque en el mercado yo ví una pecera que... saca aire, pues funciona con una bomba).

La posibilidad de confrontar puntos de vista con el maestro, pero también con las opiniones y juicios de los otros niños, resulta fundamental para generar el interés de los alumnos y motivarlos para que expresen ideas propias y argumentos sobre la existencia o inexistencia de oxígeno en el mar. Se enfrascan en la búsqueda de una solución a la situación planteada. En estos momentos, los alumnos establecen una relación constructiva con el contenido. Esto les permite hacer un análisis de las explicaciones alternativas que, en este caso, no surgen de la actividad experimental pero que, como veremos más adelante, permiten desarrollar una serie de actitudes concomitantes con el trabajo científico.

Estas posibilidades de expresión y confrontación sobre ideas propias tienen un quiebre en el momento de las conclusiones, cuando el maestro descarta, sin argumentos, las explicaciones de los niños ("entonces en el mar hay una bomba ¿no?") para orientar el razonamiento con base en su argumento. En ese cambio de orientación no se sabe qué ocurre con la lógica del razonamiento de los alumnos. El argumento que justifica la existencia de oxígeno en el agua por la presencia de las plantas acuáticas, es seguido por algunos niños. La intervención del maestro puede ayudar a completar la información de los alumnos y orientar el razonamiento aportando elementos que no se habían considerado, pero también puede bloquear el razonamiento sobre ideas propias y

conducir a la conclusión de que la pertinencia y la validez de un argumento no está en su propia lógica sino en la posición del sujeto que lo propone. En este caso se podría concluir que el argumento de las plantas vale más que los otros porque es el maestro el que lo propone. El docente refleja una preocupación mayor por los resultados "correctos", que no dejen "errores" en los niños, que por los procesos de construcción del conocimiento.

Finalmente, se analiza el fragmento de otra clase, también de 5º año, donde puede verse que en ciertas situaciones los alumnos mantienen un proceso de razonamiento sobre la dinámica de la interacción con el maestro, en paralelo con un razonamiento sobre el contenido, aunque éstos tengan distintas orientaciones.

M.- "Ustedes creen que los peces que viven en el mar y en el río son iguales".

No responden.

M.- "¿El agua del río y del mar son iguales?".

Aos.- "Nooo".

M.- "¿Por qué?".

Aos.- "Porque una es salada y otra dulce".

La maestra pregunta "Si meto un pececito de agua dulce al mar ¿se acoplaría?".

Aos.- "Nooo".

M.- "No, verdad, porque el agua es pesada. A ver, vamos a hacer el experimento del libro".

Se dedican 20 minutos para organizar al grupo y dar las instrucciones paso por paso. Leen el libro de texto para hacer el experimento de la pág. 104 de la lección "La vida en el agua" que consiste en poner un huevo en un vaso con agua dulce, otro en un vaso con agua y un poco de sal y un tercero en un vaso con agua saturada de sal. Después de asegurarse que todos los equipos pusieron sus tres vasos con huevos, la maestra pregunta:

M.- "A ver, Erika ¿qué observaste?"

Erika.- "En el primer vaso observé que al poner el huevo en el agua el cuerpo se puso más pesado. En el segundo se puso la sal y la disolvimos y el cuerpo se puso menos pesado, y en el tercero echamos mas sal

hasta que ya no pudo disolverse y le echamos el huevo hasta que ya no pesara nada".

La maestra pregunta a otra niña lo que observó.

Aa.- "En el primero, en el agua el huevo se puso más grande, en el segundo, se le puso sal al agua, el huevo quedó menos grande y en el tercero echamos en el agua mas sal y el huevo quedó encima".

M.- "A ver el agua de mar ¿cómo está?".

Aos.- "Salada".

M.- "¿Y la del río?".

Ao.- "Está regular".

M.- "¿De dónde podría ser la primera?" se refiere al agua del primer vaso.

Aos.- "Río".

M.- "¿Y la tercera?".

Ao.- "Del mar".

Otro niño describe lo que observó con la hipótesis de que en el agua sin sal el huevo se hace chico y en la que tiene mas sal se sube.

M.- "Yo te pregunto ¿el agua de un río es igual a la del mar?".

Ao.- "No, porque el agua del río es dulce y la del mar no".

Contesta lo que le pide la maestra.

Otro niño describe su experiencia indicando solo la posición del huevo: "en un caso se hundió, en otro quedó a la mitad y en el tercero subió hasta arriba".

M.- Dirigiéndose a todos los niños. "Ahí ¿qué observan?, ¿Cuál agua es más pesada? los niños no dicen nada "El huevo ¿dónde quedó?" La maestra trata de que se observe el cambio en las características del agua no del huevo.

Ao.- "El agua dulce es de los ríos y todo eso... es más pesada y en el mar el cuerpo que entra al agua es más ligero y se va", dice un alumnos hablando de modificaciones en el agua y también en el cuerpo.

M.- "¿Tú qué opinas, Erika?".

Erika.- "Que está bien eso que dijo, el agua dulce es más pesada, pero en el agua salada en una como ésta (señala el 3er. vaso) más salada (el huevo) flota más que en el agua dulce. Como si el agua impulsara al huevo para arriba?".

Aa.- "Está bien, porque el agua dulce no puede levantar al huevo", añade continuando con el razonamiento anterior.

M.- "A ver Rogelio, tú ¿qué nos puedes decir?".

Rogelio.- Vuelve a la descripción en términos de la posición del huevo... "en el primero se bajó hasta abajo, el segundo... se quedó a la mitad y el tercero subió hasta arriba".

M.- "Y tú ¿qué observaste ahí?".

Rodolfo.- "Que en uno le echamos poca (sal) y en otro

demasiado".

La mayoría de los alumnos describen y los que analizan las causas parece que no lo hacen como espera la maestra, por eso ella aclara:

M.- "Que el primero es dulce y el segundo y el tercero le echamos sal, entonces se hace más densa y por eso no se hunde el huevo".

Un niño se pone de pie y le pregunta a la maestra:

Ao.- "Maestra, por qué si echamos fierro (al agua) se va y si echamos madera no se va, aunque esté muy pesada. Yo lo he visto" tomando el material del objeto como un factor que influye sobre la flotación.

M.- "Sí verdad, han visto que cuando avientan piedras se van y si avientan un palito ¿por qué no se irá?".

Ao.- "Porque la piedra está dura y pesada, la piedra es más pesada que el huevo". Utilizando el peso como el factor determinante.

Ao.- (El que hizo la pregunta) "Si uno echa una piedra al mar sí se va, pero la madera si se echa flota. Si nosotros nadamos en el mar es más fácil que en el río".

Aquí el niño analiza la flotación mezclando dos variables, el material del objeto y las características del agua.

La maestra concluye:

M.- "Ahí llegamos a la conclusión de que si hay sal se hace más ligero el cuerpo?".

Otro niño añade:

Ao.- "Cuando uno está en el río se siente mas pesado; en cambio, en el mar se siente menos pesado porque hay mas agua y podemos flotar". Introduce la cantidad de agua como una variable que no había sido considerada antes. La maestra reclama molesta.

M.- "¿Sí? ¿entonces es porque hay mas agua?".

El niño rectifica.

Ao.- "Bueno no, lo que pasa es que hay sal, es por eso".

La maestra vuelve a dar por terminada la clase.

M.- "Bueno pues, ya terminamos".

R.3.4 (59-85-L)

En el Cuadro I.

En esta clase, los alumnos están interesados en encontrar una explicación a los resultados inesperados de la actividad experimental. La flotación del huevo representa un reto intelectual al que los niños se enfrentan. A veces sólo describen el resultado, pero en otras, elaboran una serie de propuestas

explicativas (cambia el peso del huevo, cambia el tamaño del huevo) que no son las que espera la maestra. Ella trata de "encauzar las reflexiones" hacia el cambio en la densidad del agua producido por la sal para orientar la dinámica siguiendo la lógica que plantea el Libro de Texto (el ejemplo del huevo en agua salada y dulce debe de remitir a los niños a las diferencias en la posibilidad de flotar en un río o en el mar y esto debe hacerles ver que hay diferencias entre los animales que viven en agua dulce y los que viven en agua salada).

Se suceden una serie de situaciones alternativas de dependencia y autonomía de los alumnos respecto del razonamiento que la maestra trata de dirigir a través de sus preguntas y comentarios. La maestra trata de que vinculen el experimento con la flotación en el agua de un río y en la del mar y los alumnos tratan de entender por qué flota el huevo en agua salada.

Los niños mantienen en paralelo la lógica que pide la maestra, respondiendo a sus preguntas, mientras exponen algunas de sus concepciones sobre la flotación. Después de que un niño explica la flotación por el cambio de peso del huevo y otra niña por el cambio de tamaño la maestra dice: "A ver, el agua de mar ¿cómo está?", "Salada", "¿Y la de río?", "Está regular", "¿De dónde podría ser la primera?" "Río" "¿Y la tercera?" "Del mar". Acto seguido otro alumno explica la flotación porque el huevo "se hace chico", sin tomar para nada en cuenta si el agua es salada o no. Incorporan algunos elementos que da la maestra como causales del fenómeno de flotación (como es el cambio que tiene el agua al



ponerle sal y que, como dice una niña, "impulsa al huevo hacia arriba", mientras que, por otro lado, siguen la línea de reflexión inicial. Para ellos la flotación depende de cambios en el objeto (el huevo cambia de peso y de tamaño) y sólo algunos niños logran hacer hipótesis incluyendo los cambios en el agua. Después del intercambio de ideas algunos alumnos afinan sus explicaciones hasta plantear que la flotación depende del material del que está hecho el objeto (madera o fierro) y no del peso ("aunque esté muy pesada"), precisando incluso la conclusión de la maestra que sólo hablaba de la densidad del agua para determinar la flotación del huevo ("...entonces se hace más densa y por eso no se hunde el huevo").

La diferencia de enfoque entre el razonamiento que pide la maestra y el libro sobre el contenido y el que les interesa seguir a los niños, es que los primeros limitan los resultados de la actividad a una descripción de la flotación y una comparación con el agua del río y del mar, mientras que a los niños les interesa explicarse el fenómeno de flotación, entender por qué flotan los cuerpos. En este sentido, los niños hacen una transposición didáctica sobre el contenido al transformar una descripción en una explicación y además ampliar el problema de la flotación de un objeto definido al de buscar las causas que determinan la flotabilidad de diferentes objetos.

El razonamiento sobre el contenido involucra a los alumnos en una formulación de explicaciones alternativas, aunque con diferentes niveles de elaboración, en donde van incorporando

nuevos factores a la explicación y precisando otros. En este intercambio, rebasan lo que pide el libro y cuestionan a la maestra al confrontar las opiniones de ésta con su propia experiencia (si el peso fuera el factor determinante en la flotación, un tronco pesado se hundiría). Aquí, la confrontación de puntos de vista distintos no juega el papel disparador del interés de los niños, como en otros casos, pero contribuye a darle un sentido distinto al contenido presentado por la maestra con la actividad experimental. El interés parece desencadenarse por los resultados inesperados de la actividad (que el huevo flote en un caso y en los otros no) que les despiertan la necesidad de entender por qué ocurre eso. La actividad experimental, posiblemente por generar un conflicto cognitivo, permite que los alumnos sigan un razonamiento distinto al que demanda la dinámica de la interacción con la maestra. La necesidad de explicar el fenómeno observado, y de resolver el conflicto, incorpora nuevos elementos al tema analizado, contribuyendo a la construcción del contenido escolar.

Al comparar esta parte de la clase con la interacción del principio del trabajo, donde los alumnos siguen las pistas de la maestra porque no saben cuál es la respuesta que ella quiere, se puede decir que siguen la dinámica de la interacción cuando están bien establecidas las reglas del juego y mientras que el razonamiento que siguen sobre el contenido no entra en contradicción o no diverge de la lógica que pide la interacción. Cuando existen contradicciones el razonamiento sobre el contenido

adquiere una cierta autonomía. En este caso, los alumnos no rompen con la dinámica de la interacción, sino que parecen manejar, en paralelo, los dos razonamientos, estableciendo, en algunas ocasiones, una relación complementaria entre ellos (como cuando buscan cuál es el efecto del agua salada sobre la flotación), mientras que, en otras, los mantienen desconectados (como cuando responden las preguntas de la maestra sobre las diferencias del río y el mar, mientras siguen analizando por qué flota el huevo).

El resultado probablemente inesperado de la flotación del huevo y la demanda de la maestra para que describan qué observaron propician la expresión de explicaciones alternativas de los alumnos e imponen una cierta dinámica a la clase que también presiona a la maestra (para no desconectarse del razonamiento que siguen los niños) a entrar en la discusión sobre las causas de la flotación que ellos inician.

La actividad de la maestra se centra en la gestión de la interacción entre el "sujeto que aprende" y el "saber" presentado en el libro de texto, y tiene que establecer conexiones con la lógica de los niños para tratar de conducirlos a las conclusiones del libro. En la parte inicial de la clase la maestra logra dirigir la dinámica de la interacción de acuerdo a lo que ella había planeado, pero en la parte final el interés de los niños, sus concepciones sobre el resultado experimental, la obligan a modificar la dinámica de la interacción y a discutir las causas de la flotación además de la analogía del resultado experimental con lo que puede ocurrir en un río o en el mar.

El contenido del Libro de Texto no ayuda para aclarar el problema al que lleva la discusión en el aula. Pero, en general, la actividad experimental en el salón de clase puede desencadenar una serie de reflexiones de los alumnos que difícilmente puede preveer un texto escrito, si pretende generar la discusión en base a concepciones propias.

La maestra pide que los alumnos expresen sus opiniones sobre el resultado del experimento, probablemente suponiendo que llegarán a las conclusiones del libro. Ante la divergencia entre el razonamiento de los niños y sus expectativas, la maestra opta por negociar el contenido del saber construido. Esta negociación da como resultado una construcción combinada entre el contenido presentado en el libro (pág. 104) ("Como puedes observar, conforme aumenta la cantidad de sal, el agua pesa mas, o sea que es mas densa y los cuerpos flotan con mayor densidad") y la explicación sobre la flotación que buscan los niños.

La maestra no impone su opinión desde el principio, sino que "trata de llevar" a los niños a la conclusión. Esta estrategia flexibiliza la transmisión del contenido y permite crear una zona de múltiples respuestas posibles donde se pueden establecer diferentes niveles de apropiación del contenido.

Al finalizar la clase, la maestra "concluye" ("Ahí llegamos a la conclusión de que si hay sal se hace mas ligero el cuerpo") y deja establecido lo que sería el contenido legitimado escolarmente. En esta situación de formalización, se cierra el espacio de formulaciones alternativas que se había abierto, sin

retomar las diversas formas de aproximación al contenido que los alumnos establecieron.

En este estudio, no es posible analizar cuál es el grado de apropiación del contenido en los alumnos, ni el efecto que tiene el contenido formalizado sobre el aprendizaje, frente a la riqueza de elementos que se manifiestan en la interacción entre pares. Estas son cuestiones que quedan abiertas a otros estudios y que permitirían ubicar la importancia de que en la escuela existan estos espacios de confrontación, aunque no siempre conduzcan a una conclusión colectiva.

Las actividades experimentales, en general, representan un referente alternativo a la dinámica que demanda la interacción con el docente, que propicia el razonamiento de los alumnos sobre el contenido, pero no todos los contenidos propician una participación creativa de los alumnos. El interés y la curiosidad en los niños aparecen por la necesidad de entender aquellos fenómenos (no necesariamente vinculados con la vida cotidiana o con necesidades inmediatas) que han provocado una contradicción con una concepción previa (¿no hay oxígeno en el mar? ¿cómo es posible que los planetas giren siempre en la misma órbita sin chocar y sin caerse?) o un efecto inesperado (el huevo flota en agua salada). En esas situaciones, se establece una autonomía relativa del razonamiento de los alumnos sobre el contenido y de la interacción entre ellos que sigue este razonamiento, frente a la dinámica de interacción con el maestro si esta dinámica no se reorienta para seguir de cerca los planteamientos de los niños.

El razonamiento que demanda la interacción puede ayudar a crear las condiciones afectivas y cognitivas adecuadas para que los alumnos establezcan una reflexión en torno al contenido y también puede fomentar esta reflexión al proponer que se exprese verbalmente. En todos los casos analizados, los maestros piden que los niños expongan sus ideas. Esto no es frecuente en la escuela, pero ocurre en ocasiones. Aquí vimos que a veces les piden que describan lo que observan, otras que digan sus dudas o que comenten lo que piensan sobre una pregunta o un problema. Una vez que los alumnos empiezan a exponer opiniones y a confrontar sus puntos de vista, el maestro trata de orientar las opiniones hacia donde él considera correcto. Si en esta orientación toma en cuenta las opiniones expresadas por los niños y mantiene un diálogo con ellos siguiendo su razonamiento, la dinámica de la interacción con el maestro puede apoyar al proceso de reflexión de los alumnos sobre el contenido. Cuando el maestro trata de cambiar la lógica del razonamiento de los alumnos imponiendo una lógica sobre el contenido que ellos no pueden seguir puede provocar que los niños repriman sus puntos de vista, o en el mejor de los casos que mantengan en paralelo los dos razonamientos: lo que él les pide y lo que ellos entienden sobre el contenido. Los puntos de contacto entre estos dos procesos dependen en cada caso de la distancia entre las dos lógicas. La manifestación de estos razonamientos puede mantenerse en paralelo, puede bloquear la expresión de las opiniones propias de los alumnos o puede hacer que el maestro subordine su relación con los alumnos a la lógica del razonamiento

que ellos expresan sobre el contenido. Blanco hasta que la...  
las "eterna" ciertas concepciones sobre la naturaleza. Por...  
información en un momento dado puede provocar contradicciones...  
lo que plantea, permitiendo que se de una evolución...

## 2.- EL PAPEL CONSTRUCTIVO DE LA INTERACCION SOCIAL.

Para A.N. Parbat-Clermont (1970) la interacción entre...  
favorece el desarrollo del razonamiento lógico y la adquisición de...  
El asombro ante un fenómeno natural inesperado, el fracaso por  
un resultado que no era el previsto, una pregunta que pone en duda  
lo que se cree, despiertan el interés y la curiosidad de los niños  
posiblemente por producirse un desequilibrio en sus concepciones.  
En estudios psicogenéticos (Piaget 1975) se plantea que un  
conflicto cognitivo aparece cuando existe un desequilibrio  
producido por un desacuerdo entre los esquemas de asimilación del  
sujeto y lo que observa en el medio físico, o por contradicciones  
internas entre los diferentes esquemas del sujeto. Hay una  
tendencia a buscar nuevas explicaciones que permitan la  
construcción de un nuevo equilibrio y, por tanto, un progreso  
intelectual producido por un nivel superior de estructuración de  
los conocimientos. Esta puede ser la tendencia que conecta a los  
alumnos con el contenido para tratar de resolver los conflictos  
que les genera el trabajo escolar.

Se parte también, de los resultados de estudios  
psicogenéticos, donde existe ya una amplia evidencia, de que los  
niños construyen sus propias teorías y las generalizan, formulan  
hipótesis, elaboran nociones y representaciones del mundo que les

rodea. Esto es, no tienen la mente en blanco hasta que la escuela les "enseña" ciertas concepciones sobre la naturaleza. Por eso una información en un momento dado puede provocar contradicciones con lo que piensan, permitiendo que se de una evolución en sus concepciones.

Para A.N.Perret-Clermont (1980) la interacción entre iguales favorece el desarrollo del razonamiento lógico y la adquisición de contenidos escolares, a través de un proceso de reorganización cognitiva activa introducido por un conflicto sociocognitivo y apoyado en su solución. La naturaleza de este conflicto es el resultado de la confrontación entre esquemas distintos de los sujetos que se vinculan en la interacción social. Según las investigaciones de Perret-Clermont y colegas para que un trabajo tenga valor educativo y produzca un progreso intelectual, no basta con dar una tarea común a los niños, sino que debe producirse la confrontación de puntos de vista, de preferencia, moderadamente divergentes, por el impacto que pueden producir otras estrategias sobre la que adopta el sujeto. En estos estudios se encuentra también, que un grupo muestra mayores progresos cuando tiene que comunicar a un tercero el resultado de la situación de interacción.

Para Vygotski (1956) la interacción entre iguales conduce al desarrollo a través del conflicto cognitivo y también a través de abrir un área de desarrollo potencial (un andamiaje) por donde después se pueden desarrollar tareas individuales. Para él el efecto de la interacción social incluye también las interacciones



con adultos, como origen y motor del aprendizaje y desarrollo intelectual por el proceso de interiorización que hace posible. "La diferencia entre el nivel de las tareas realizables con ayuda de los adultos y el nivel de las tareas que pueden desarrollarse con una actividad independiente, define el área de desarrollo potencial del niño". Vygotski también plantea que: "La necesidad de verificar el pensamiento nace por primera vez cuando hay una discusión entre niños y solo después de eso el pensamiento se presenta en el niño como una actividad interna". Para Vygotski el aprendizaje consiste en la interiorización de procesos sociales interactivos; por eso las tareas de cooperación son importantes. No sólo la discusión y la confrontación, sino también la imitación, la guía y la demostración, permiten generar, estimular o activar los procesos internos de desarrollo.

Los aportes de estas investigaciones sobre los mecanismos que influyen en el desarrollo cognitivo (en el caso de estudios psicogenéticos) y sobre los factores de aprendizaje que intervienen en el mismo desarrollo indican la importancia de los procesos de interacción entre pares. En el contexto escolar es necesario reconstruir estas investigaciones. Como un paso en esta dirección, se estudian aquí algunos elementos de la influencia de los procesos de interacción social en la construcción del contenido escolar. Se habla de construcción del contenido escolar cuando, en el aula, hay una confrontación de puntos de vista distintos sobre un tema y existe, además, el interés por llegar a entender el contenido.

Este contenido construido en el aula puede expresar parte de la construcción social del conocimiento de los sujetos involucrados en la interacción, pero en este trabajo no se realizan los estudios de seguimiento individual que permitirían sacar alguna conclusión sobre el efecto de la construcción colectiva del contenido escolar en el aprendizaje individual. Sólo se puede suponer que existe una influencia del primero sobre el segundo en base a los estudios mencionados, y tomando en cuenta que la construcción colectiva del contenido requiere que los alumnos sigan un razonamiento sobre el contenido y que, escuchen y analicen las propuestas explicativas que aporta el maestro y, sobre todo, sus compañeros, para tratar de articular con ellas las concepciones propias. Todo esto puede influir en la construcción de su conocimiento. Un hecho, objeto, fenómeno o idea, visto así,

En la sección anterior se estudiaron algunas características de las situaciones que permiten que los alumnos expresen opiniones, representaciones y teorías diversas (a la Tierra la sostiene el aire que genera al dar vueltas, los cuerpos flotan porque el agua los empuja para arriba). Ahora se analizan estas situaciones con más detalle, para identificar los procedimientos que utilizan los alumnos en la construcción del contenido escolar cuando la interacción entre iguales juega un papel central.

La manifestación de sus teorías y concepciones, la búsqueda de coherencia entre experiencias diversas y la confrontación de explicaciones alternativas, ponen en juego un conjunto de actitudes explicativas que, como se plantea en el capítulo I, han

sido consideradas como parte de los elementos que van formando un pensamiento científico. Dos categorías que se utilizan como ejes de esta descripción para analizar las actitudes que manifiestan los alumnos en la interacción verbal son: la formulación de explicaciones alternativas sobre los fenómenos que analizan y la manifestación de argumentos para validar sus explicaciones.

a) Formulación de Explicaciones.

En los registros analizados se encontró que hay una estrecha relación entre la manifestación de actitudes explicativas y la realización de las actividades experimentales.

Por explicación se entienden aquellas expresiones verbales que tienden a comprender un hecho, objeto, fenómeno o idea, esto es, que van más allá de una descripción, para tratar de encontrar las causas que lo provocan o permiten entenderlo. Cuando en el aula se manifiestan actitudes explicativas se presenta una situación que tiene relación con lo que Guy Brousseau (Artigué, 1984) define como "situación de formulación": donde el alumno expresa sus proposiciones y explicaciones, pasando para ello por el análisis de los objetos en juego y de sus relaciones, así como por la reflexión sobre propuestas explicativas de sus compañeros. Este análisis puede evolucionar en el proceso colectivo de formulación.

En esta sección se analizan registros de clases de 5º grado, porque resultaron ser los más interesantes de los que se revisaron. Para ubicar los comentarios que se hacen sobre la

participación de los alumnos y las actitudes que ponen en juego, es importante tomar en cuenta que su edad fluctua entre los 10 y los 13 años.

Se describe la siguiente situación:

En la misma clase sobre la lección "La vida en el agua" de 5º año donde se da el debate sobre la existencia de oxígeno en el mar se hace un experimento propuesto en el libro de texto (pág. 103) para mostrar el efecto de la presión en el mar a distintas profundidades.

Cada equipo de niños tiene un envase de cartón. El maestro pasa con cada grupo para hacerles orificios verticales en el recipiente y echarles agua.

M.- "Van a poner mucha atención siempre pensando en el mar y en qué se parece esta situación al mar"

Al observar la salida del agua por los orificios un alumno comenta sorprendido:

Ao.- "Hay más fuerza abajo" (...)

M.- "¿Qué observaron?"

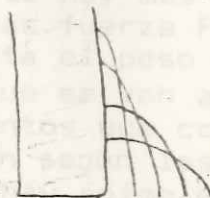
Ao.- "Que los (chorros) que están más abajo salen más fuerte".

Sin que el maestro intervenga cada uno da su explicación.

Ao.- "Tienen mayor potencia".

Ao.- "Parte de los hoyos no sale la misma cantidad de agua".

El maestro dibuja en el pizarrón:



más fuerza

Esteban.- "El agua va disminuyendo por eso sale menos fuerte (se refiere al chorro de mas arriba). Toda el agua va hacia abajo y por eso hay más fuerza y sale".

M.- "¿A qué se debe?" (que haya más fuerza).

Ao.- "A la gravedad, la Tierra es como un imán que va jalando el agua".

M.- "¿Por qué sale más rápido?"

Esteban.- "La de arriba empuja".

M.- "Claro, porque la de arriba empuja. ¿Qué opinas Carlos?"

Carlos.- "Yo dije que la de abajo sale con más

potencia" como validando sólo su opinión.

Roberto.- "Arriba casi no cae porque es poca, por el peso del agua".

M.- "¿Están de acuerdo con Roberto?"

Dos niños.- "Sííí" (el resto está distraído).

M.- "¿Están de acuerdo con lo que dijo?"

Aos.- "Sííí".

Ao.- "¿En qué?" pregunta un niño mostrando que no acepta la interacción en la que no entiende el contenido.

M.- "En que el agua de arriba se va para abajo ¿a qué se debe que la de abajo salga más fuerte?"

Norma.- "Abajo se acumula todo el peso, el último soporta el peso de todos".

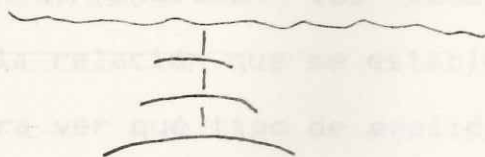
M.- "¿Y esto qué tiene que ver con el mar?"

Carlos.- "¿Cómo? ya me hizo pelotas". Los alumnos reclaman cuando pierden la relación con la lógica del contenido.

M.- "¿Por qué? yo creía que te iba a aclarar" (sonriendo).

Empieza a detallar lo que quiere plantear.

M.- "¿Cómo es el mar? (dibuja en el pizarrón).



M.- "A medida que uno se mete, es más profundo".

Pancho.- "Supongan que tiene capas" dice como explicando, asumiendo el papel de maestro.

M.- "Pancho ¿tú por qué dices que tiene capas?"

Norma.- "Porque hay varios animales y se acomodan según su medio ambiente".

M.- "¿Por qué esos animales se acomodan Lilian".

Lilian.- "En una parte hay más fuerza y en otra no".

M.- "¿Por qué hay más fuerza Paty?"

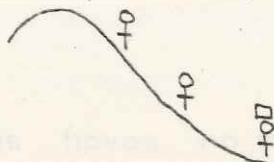
Paty.- "Porque aguanta el peso de las demás capas".

Ao.- "Hay animales que se van a las profundidades porque ahí hay alimentos que comen".

M.- "Hay más presión según las capas. Entonces si como dice Norma, hay animales que se acomodan según vivan mejor. Hay animales de las profundidades que se acostumbran a mayor peso".

M.- "Una vez fui a la montaña de Guerrero y me dió una tosecita como está alto, me dijeron que era la presión, ya que me acostumbré se me quitó".

Dibuja en el pizarrón:



M.- "Aquí (señala) están cargando distinta presión  
¿cuál cargará más?"

Aos.- "El de abajo".

Esteban.- "Igual que unos hombres que soportan más  
el frío que otros". Añade otro ejemplo de adaptación.

R.3.7 (59-85-L)

En el Cuadro I

En este registro se puede ver que el efecto de la salida del agua provoca sorpresa en los niños que intentan entender lo que ocurre. A partir del momento en que el maestro pide que describan: "¿Qué observaron?", los alumnos empiezan a exponer una serie de propuestas descriptivas y explicativas. A continuación se enlistan las formulaciones de los alumnos en el orden en el que se expresan en la clase y se analizan los conceptos a los que se hace referencia y la relación que se establece entre estas variables en cada caso, para ver qué tipo de explicación dan los alumnos, y cómo van cambiando éstas en el proceso de interacción.

1) "Que los que están más abajo salen más fuerte". Esta formulación todavía está muy cerca de simplemente describir el hecho empírico, pero relaciona altura (de la columna de agua) y fuerza de salida del agua, o sea, establece una relación entre dos variables.

2) "Tienen mayor potencia (los chorros de abajo)". Esta formulación relaciona altura (de la columna de agua) con potencia de salida.

3) "Parte de los hoyos no sale la misma cantidad de agua". Se

aprecia la diferencia en la cantidad de agua que sale por los orificios. Requiere relacionar cantidad de agua con presión de salida.

4) "El agua va disminuyendo por eso sale menos fuerte (el chorrito de arriba... Toda el agua va hacia abajo y por eso hay más fuerza (abajo) y sale". En esta formulación se busca explícitamente la causa del fenómeno observado, aludiendo primero a la cantidad de agua que está encima como la causa de que salga más o menos fuerte el agua, y después incluyendo implícitamente a la gravedad como causa de la presión del agua (toda el agua va hacia abajo).

5) "(El efecto se debe) a la gravedad, la Tierra es como un imán que va jalando el agua". En este caso ya se alude explícitamente a la gravedad como causa de la presión, pero todavía no se entiende por qué la de arriba sale con menos presión que la de abajo.

6) "La de arriba empuja", "Arriba casi no cae porque es poca, por el peso del agua", "Abajo se acumula todo el peso, el último soporta el peso de todos". Estas intervenciones después de la pregunta del maestro ¿Por qué sale más rápido? se centran en tratar de entender la causa de la diferencia de presión en los orificios. Se realiza una construcción colectiva, ya que cada intervención avanza en precisión sobre las relaciones de causa-efecto, incluyendo primero el peso como variable, después su relación con la cantidad de agua y, en la última formulación,

estableciendo la relación del peso con la altura de la columna de agua.

Esta construcción colectiva del contenido no necesariamente implica una construcción individual ya que cada alumno podía haber tenido su respuesta en mente desde antes de la confrontación. Los seis pasos que se describen no son una repetición del Libro de Texto (aunque éste pudiera haber sido leído previamente), ya que los alumnos incluyen otras variables (potencia, cantidad de agua) que en el libro se expresan en términos ligeramente distintos: "el chorro sale más rápido y llega más lejos", "se debe a que las capas de agua de arriba empujan a las de abajo" (2). Los niños pueden haber partido de estos elementos ("la de arriba empuja"), pero sus formulaciones detallan más la explicación y enriquecen el contenido escolar (incluyendo otros factores como la gravedad, el peso del agua y el efecto del peso acumulado en las capas inferiores).

Las explicaciones de los alumnos ponen en juego sus conocimientos previos, tanto extraescolares (relación entre altura de la columna de agua y la potencia o fuerza), como saberes escolares (gravedad), que se articulan a la experiencia y se funcionalizan para explicar la situación experimental. En este caso la participación parece responder a la necesidad de incorporar unos resultados empíricos novedosos, a los conocimientos que previamente tenían los niños. Esto se manifiesta en el momento de explicar el resultado del experimento y no en la



manipulación misma del material.

Interesa destacar aquí que la evolución que puede verse en la construcción de explicaciones (cada vez más precisas y que tienden hacia el establecimiento de relaciones de causa-efecto) puede tener que ver con la confrontación de propuestas que van emitiendo distintos niños y que van logrando una mayor capacidad explicativa, en una búsqueda de coherencia entre los diferentes saberes que manejan. Esta confrontación social parece ser un factor importante en la evolución de las explicaciones construidas en el aula y, posteriormente, podría averiguarse si también en estos casos se fomenta la construcción individual del conocimiento.

En la relación del experimento con lo que ocurre en el mar, los niños se muestran capaces de hacer una trasferecia del modelo o representación que han construido sobre el efecto del peso de las capas de agua en la presión de salida por los orificios (aunque con ciertas dificultades que el maestro ayuda a superar) a la situación del mar, y después a la de la montaña. Relacionan espontáneamente estas conclusiones con la información biológica que ya tenían sobre la adaptación. Por tanto, expresan la capacidad de movilizar y funcionalizar, en una situación concreta, conceptos previamente adquiridos. Esto puede permitir una generalización de los conceptos, a través de encontrar el sustrato común entre los fenómenos mencionados.

Aunque en este caso los alumnos no conocen el objetivo de la experimentación y, por tanto, no pueden tomar parte consciente en

la planeación, ni pueden hacer previsiones e hipótesis que comparen con los resultados, el trabajo de reflexión que realizan sobre los resultados experimentales, para buscar una explicación a través del establecimiento de leyes parciales, puede desarrollar sus actitudes científicas.

El maestro plantea las conclusiones en lo que podría llamarse "una fase de formalización del contenido", donde se legitima parte de la discusión previamente desarrollada, se establece la terminología "correcta" ("presión") y se amplía el campo de aplicación: "Hay más presión según las capas... Hay animales de las profundidades que se acostumbran a mayor peso". El maestro da el ejemplo de la presión en la montaña incluyendo el efecto de adaptación. Un niño (Esteban) añade otro ejemplo de adaptación al medio ambiente.

La situación que se relata en la sección "La necesidad de entender" sobre la flotación del huevo en agua salada, tiene similitud con el ejemplo anterior. Se trata de una construcción del contenido, donde los alumnos proceden, por confrontación de opiniones y relación de variables (tamaño, peso del huevo, peso del agua, capacidad del agua de levantar al huevo, peso relativo entre el agua y el objeto, material de que está hecho el objeto), a armar una explicación cada vez más inclusiva de los distintos factores que influyen en la flotación, aludiendo a efectos que han observado en experiencias diversas (la diferencia de flotabilidad en un río y en el mar, la diferencia de flotación de objetos de distinto material en el agua de río: piedras, troncos, fierros,

etc.).

La elaboración de explicaciones diversas van siendo propuestas y descartadas sucesivamente por otras explicaciones. Esto no quiere decir que cada niño sigue el proceso que se manifiesta en la interacción verbal colectiva, ya que es más probable, y de hecho así se ve en las intervenciones, que haya una comprensión y elaboración desigual de los alumnos. Sin embargo, de las primeras explicaciones en donde el efecto de flotación se explica por cambios en el huevo (tamaño y peso del huevo), se va pasando, ayudados por la intervención de la maestra que pregunta sobre los cambios en el agua, a elaborar explicaciones sobre la flotación del huevo por el cambio de la densidad del agua al ponerle sal (peso del agua, capacidad del agua para levantar el huevo). Los alumnos también relacionan la flotación del huevo con su experiencia personal de flotación en agua de mar y en agua dulce.

Finalmente un niño acude a una experiencia extraescolar para afirmar que un tronco no se hunde en el agua aunque sea muy pesado, mientras que una piedra sí lo hace aunque no pese mucho. En esta explicación el niño propone, implícitamente (a través de la reflexión sobre su experiencia personal), que el material del que está hecho un objeto influye en que el cuerpo flote. También parece haber descartado que el peso determine la posibilidad de flotar a pesar de que la maestra alude al peso como factor determinante. El niño pide que se le explique la causa del fenómeno de flotación (¿Por qué si echamos fierro (al agua) se va y si echamos madera no se va (no se hunde) aunque esté muy pesada

yo lo he visto).

Aquí se ve que la formulación de preguntas significativas es una de las formas de ir estructurando y construyendo el contenido escolar. El niño, con esta pregunta, aporta elementos sustanciales para la explicación de la flotación (la densidad relativa) que no habían sido expresados en el aula, y cuestiona que el peso explique el fenómeno. Esta es otra forma de aportar a la explicación colectiva: descartando, en base a la experiencia, la capacidad explicativa de una variable.

En otros casos, como en la clase del Sistema Solar que se estudió anteriormente, después de que se ha descrito un fenómeno y los niños se forman una representación de él, también surgen preguntas que tienen el efecto de aclarar, ampliar, corregir o reubicar los términos de la información expuesta en torno al contenido. Este es el papel que cumplen los cuestionamientos de los niños sobre la representación del Sistema Solar como: "¿Por qué no chocan (los planetas)?", "Si la Tierra se saliera de su órbita ¿a qué velocidad se saldría?", "¿Por qué no se cae (la Tierra)?", etc.

La pregunta sobre la flotación del tronco en el río, que tiene la forma de un contrajemplo no genera una línea de razonamiento que se exprese en el aula, posiblemente porque no resulta accesible para otros alumnos. Pero en cierto sentido es validada por la maestra ("Sí, verdad, han visto que cuando avientan piedras se van y si avientan un palito ¿por qué no se irá?"), que devuelve la pregunta a los niños para que ellos busquen la causa del

fenómeno. Aunque esta actitud es conveniente desde el punto de vista didáctico, la maestra seguramente la adopta porque ella ignora la respuesta, como después comentó.

La observación del niño representa la expresión más compleja, inclusiva y cercana a la explicación científica del fenómeno de flotación que se elaboró en el aula, al referirse al material del que está hecho un objeto más que a su peso y, por tanto, al acercarse al concepto de densidad o pesos relativos entre el agua y el material del objeto como factor que determina la flotación. Sin embargo, es importante observar que esta pregunta surge prácticamente al final de la clase y cuando ya se ha dado un debate sobre las causas posibles de la flotación del huevo. Por lo tanto se puede decir que es muy probable que la interacción en el aula y la construcción que se va realizando del contenido escolar, jueguen un papel activador para que este alumno organice sus ideas y profundice en las causas del fenómeno.

La introducción de este contraejemplo muestra no sólo la capacidad de analizar las opciones, sino de cuestionarlas a través de lo que sería una confrontación de concepciones escolares con concepciones no escolares. Esto es, se muestra la actitud de poner en duda el saber recibido como evidente, al buscar la coherencia conceptual y la explicación única de las experiencias diversas que aluden al mismo fenómeno. Esto sería un ejemplo de lo que A. Giordan (1982) llama "pensamiento crítico".

Esta intervención pone en evidencia la posibilidad, que en ese momento se ha abierto, de cuestionar la estructura jerárquica del

saber escolar. El niño con su pregunta pone en duda que el peso del agua sea lo que determina la flotación, o al menos, implícitamente, plantea que el argumento que dá la maestra sobre la densidad del agua ("se hace mas densa y por eso no se hunde") no es suficiente para entender la flotación de diversos objetos. El niño manifiesta que, en ese momento, la referencia a su propia experiencia tiene un peso mayor que la palabra de la maestra.

Tanto esta intervención del niño como algunas de las preguntas y sugerencias de la maestra para que se incluya el cambio en el agua como variable dentro de la explicación, actúan como obstáculos frente a las primeras explicaciones y provocan la necesidad de elaborar una concepción más inclusiva del fenómeno, que tome en cuenta los nuevos elementos. Estos obstáculos cumplen la función de hacer evolucionar las explicaciones al introducir las contradicciones, inconsistencias o limitaciones de una propuesta previa.

La formulación de explicaciones alternativas sobre la flotación es un proceso similar al que se sigue en la construcción científica, en donde se ha pasado, a través de la historia, por diversas explicaciones sobre los fenómenos naturales que aunque ahora son consideradas erróneas o parciales, fueron necesarias para acceder a una comprensión más profunda y general de la realidad. Dentro del mismo proceso, probablemente con el tiempo las concepciones de la ciencia actual, o algunas al menos, resulten a su vez parciales o relativamente "incorrectas" y sean sustituidas por otras mas inclusivas y coherentes.

Hasta aquí hemos descrito y analizado situaciones de formulación de explicaciones que surgen en el espacio que generalmente es abierto por los maestros después de realizar la actividad experimental, con la pregunta ¿qué observan?. Los docentes probablemente esperan que los "hechos" por sí mismos lleven a los niños a la conclusión que el libro establece y se cubra así "el objetivo", cuando lo que generalmente ocurre es que se propicia la expresión de las ideas propias de los niños sobre el contenido, que pueden distar mucho de los planteamientos programáticos.

Situaciones similares también se pueden desencadenar por preguntas o comentarios de los niños, cuando éstos son retomados por el docente. Este es el caso que se presenta cuando una niña, después de escenificar el movimiento de los planetas alrededor del Sol, pregunta "¿Por qué no nos caemos?" y añade "¿Quién sostiene a la Tierra?". El hecho de que el maestro, en vez de responder a la pregunta, la devuelva para que los niños busquen sus propias respuestas, aunado a que la pregunta seguramente hace referencia a una inquietud natural de los demás niños y que, por tanto, les es significativa, provoca el desarrollo de una situación de formulación de explicaciones, donde los alumnos hacen uso de su imaginación y de sus conocimientos previos para expresar las ideas que pueden construir sobre el fenómeno.

La primera explicación, "Porque al girar (la Tierra) genera aire que la sostiene", es la representación construida por una niña apoyada en lo que podríamos llamar una teoría en acción(3):

el aire en movimiento puede sostener cuerpos pesados. Puede ser que la niña aluda a un modelo empírico, elaborado por analogía con otros fenómenos conocidos a partir de su experiencia práctica, que la lleva a explicar implícitamente el vuelo de algunos objetos (papalotes, avioncitos de papel, etc.), por el efecto de la presión del aire en movimiento relativo.

Otros niños también usan su imaginación y razonan en base a los conocimientos que previamente han adquirido para construir imágenes por demás sugerentes: "Como que la Luna nos tiene amarrados". Esta propuesta rápidamente es cuestionada por otro niño ("Pero pesa más la Tierra y jalaría a la Luna"), mostrando que la confrontación de explicaciones estimula el razonamiento de los niños y los remite a otros saberes que manejan: saberes escolares como el tamaño y peso de Luna y Tierra y saberes de la vida cotidiana, como que un objeto mas pesado no puede ser sostenido por uno menos pesado.

Otro niño cuestiona la validez de la explicación de que la Tierra se sostiene por la gravedad (a pesar de que es propuesta por el maestro). Para rebatirla hace uso de su conocimiento sobre la gravedad "Pero a la Tierra no la puede sostener la gravedad porque está en ella misma". Esta es una interpretación lógica a partir de la forma escolar de transmitir el contenido sobre la gravedad. Frecuentemente en la escuela se explica a los niños que nos sostenemos sobre la superficie de la Tierra porque somos atraídos hacia su centro por la fuerza de gravedad. En el libro de texto de 5º grado en la lección "La gravedad" página 94 se dice



"..Isaac Newton pensó que debía haber una fuerza que jalara a todos los cuerpos hacia el centro de la Tierra". Mas adelante, en la misma página se dice "Newton concluyó que entre dos cuerpos cualesquiera siempre existe una fuerza que los trata de juntar. Esta es la fuerza de la gravedad, que hace que los cuerpos se atraigan". Sin embargo, esta última idea no está presente en la discusión sobre la gravedad. En este grupo no se había estudiado la lección sobre la gravedad del Libro de Texto de 5º grado.

Después de la aclaración del niño, el maestro retoma el modelo inicial que propuso la alumna posiblemente para que se reflexione sobre él, pero nuevamente es ignorado por los demás niños. Otro alumno continua el razonamiento siguiendo la idea de la gravedad. Se muestra el peso que tienen las sugerencias del maestro y los saberes escolares frente a otros que, aunque pudieran resultar lógicos, no tienen un referente escolar, como ocurre con el modelo del aire. El niño comenta: "Como usted (el maestro) dice hay una gravedad en todo el espacio y eso la sostiene como fuerza magnética", el maestro pregunta "¿Por qué fuerza magnética?" y el niño aclara "Porque es una fuerza que atrae". Se llega a establecer así una representación de la gravedad como algo que tuviera existencia física en el espacio y que es donde se sostienen los planetas.

Parece haber una dificultad grande por aceptar que los planetas puedan permanecer en el espacio si no hay nada que los sostenga. Esta es una interpretación natural, tomando en cuenta que prácticamente toda nuestra experiencia física está construida

con la presencia permanente de la fuerza gravitatoria terrestre y que el sentido común rechaza, por tanto, la posibilidad de que un cuerpo pueda permanecer en el espacio sin caer, esto es, sin que opere la fuerza de gravedad en la forma en que lo hace en la superficie de la Tierra.

En esta confrontación de opciones explicativas quedan abiertas al menos tres explicaciones distintas de por qué se mantiene la Tierra en el espacio, sin que se llegue a una conclusión, en el aula.

- La Tierra se sostiene por el aire que genera al girar.
- La Tierra se sostiene por la gravedad que está en el espacio.
- La Tierra no se puede sostener por la gravedad porque está en ella misma.
- La Tierra se sostiene por la atracción de otros astros (esta opción no está muy clara, pero se podría derivar de la proposición: "Como que la Luna la tiene amarrada").

A pesar de no haber sido claramente resuelto el problema de por qué permanecen los planetas en el espacio, este debate ya representa un trabajo relativo al contenido al dejar planteados los problemas y establecer algunas posibles explicaciones e incluso las contradicciones que ellos ven en estas explicaciones. Esta es, muchas veces, la forma de aproximarse a una nueva conceptualización sobre un fenómeno y, por tanto, a un nuevo conocimiento.

En la ciencia a veces también pueden coexistir varias

explicaciones posibles de un mismo fenómeno, mientras se encuentran razones de peso para descartar alguna de ellas. En otros casos las explicaciones diversas coexisten permanentemente, como ocurre hoy con la explicación de la gravedad de Newton y la de Einstein.

Con este ejemplo se muestra que la formulación de una duda que resulte significativa para los niños, ya sea que ésta la exprese un niño o el maestro, puede provocar el surgimiento de actitudes explicativas cuando el problema se devuelve para que los niños busquen sus propias respuestas.

Esta interacción resulta interesante porque, aunque el maestro parece tener una explicación al fenómeno (la gravedad que está en todo el espacio sostiene a la Tierra), esta concepción no la utiliza para excluir las otras explicaciones posibles. No hace, como suele suceder en otras prácticas cotidianas en la escuela, una clasificación entre las propuestas correctas y las incorrectas descalificando a éstas últimas. En este caso el maestro, por el contrario, mantiene las distintas explicaciones como opciones posibles permitiendo, en principio, que se reflexione sobre ellas. Esto permite que se incorpore el error como parte del proceso de razonamiento sobre el contenido escolar y que no se descarte una explicación "equivocada" por la imposición de la opinión autoritaria del maestro o del libro, sino porque no logra convencer, dentro de cierta lógica, de su validez.

En las situaciones de formulación de explicaciones alternativas dentro del aula, generalmente se da un proceso de

confrontación de puntos de vista divergentes. En el proceso de confrontación de puntos de vista podemos ver que los saberes previos de los niños juegan un importante papel en la elaboración de las explicaciones que van construyendo el contenido escolar. En esta confrontación de opciones explicativas, los niños tienen que razonar sobre el contenido al recurrir a las ideas que tienen sobre un fenómeno, y relacionarlas tanto con las experiencias propias, como con las propuestas de otros alumnos y del maestro para analizar la potencialidad explicativa de cada una de ellas y su posibilidad de ser aplicada en diferentes situaciones afines. En este proceso algunos puntos de vista parecen ser complementarios y otros actúan como obstáculos que pueden hacer evolucionar las explicaciones que han sido aportadas. Los comentarios, preguntas o elaboraciones más completas, precisas y explicativas suelen presentarse hacia el final de una situación donde se ha permitido o fomentado la confrontación de explicaciones alternativas. Esto parece mostrar el valor educativo de estos espacios y el interés que podría tener hacer estudios sobre el aprendizaje que se logra en esos momentos.

Un aspecto de gran importancia para que puedan existir estas situaciones de confrontación de puntos de vista distintos, y para que tengan un carácter constructivo en el aula, es que los alumnos escuchen y analicen lo que dicen sus compañeros, y no sólo lo que plantea el libro de texto o el maestro. Esta situación se presenta cuando los niños están razonando sobre el contenido tratando de resolver un conflicto que se les ha creado. En esos momentos

incorporan todos los comentarios que son pertinentes y cercanos a su razonamiento lo cual ocurre más fácilmente con el razonamiento de sus iguales. La relevancia del comentario y no la posición social de la persona que lo proponga, es lo que parece importar en esos momentos. De esta manera se pone en cuestión la estructura jerárquica del saber en el aula, y también se puede desarrollar el pensamiento crítico, al poner en duda el saber recibido como evidente.

Es posible que esto no ocurra de la misma manera en niños menores. En los casos analizados, como ya se mencionó, la edad de los niños fluctúa entre los 10 y los 13 años.

Una de las actitudes de los docentes que parece ser importante para permitir que se den estas situaciones de confrontación de opiniones alternativas en la formulación de explicaciones, y para que las mismas permitan que se realice una construcción colectiva del contenido, es que no se descarten sin argumentación las opiniones "erróneas" de los niños, sino que más bien se fomente el razonamiento sobre ellas para que los propios alumnos las superen al encontrar una explicación más satisfactoria, que resuelva los conflictos planteados.

Si bien las situaciones didácticas aquí descritas giran en torno a la formulación de explicaciones, parece que detrás de la explicación hay un sentido de validación de una propuesta frente a las otras, probablemente dado por la confrontación. Muchos de los recursos que los niños utilizan (los contraejemplos, la referencia a su experiencia, la transferencia a otras situaciones para probar

implícitamente la capacidad explicativa de cada propuesta, etc.) son un instrumento para validar sus concepciones o para cuestionar las demás.

En este sentido, las situaciones de formulación de explicaciones que se dan en el aula, tienen en el fondo un sentido de validación estrechamente ligado con el de búsqueda de una explicación satisfactoria del fenómeno que interesa entender. Se encuentra una explicación a través de la relación de variables o situaciones, se trata de validar con argumentos y viendo su aplicabilidad en otras situaciones similares, se afina la explicación, incluyendo nuevas variables de acuerdo a los datos que se pueden observar de la experiencia y a su relación con experiencias y conocimientos previos y así sucesivamente se van construyendo explicaciones más "aceptables". La formulación es la forma de comunicar y confrontar con otras opiniones ese proceso de búsqueda, sin embargo, el énfasis en las situaciones de formulación está puesto más en la búsqueda y construcción colectiva de una explicación "convinciente", que en la validación de un contenido que ha sido propuesto.

b) Argumentación de las Ideas.

El segundo eje que permite analizar los procedimientos que manifiestan los niños cuando razonan sobre el contenido escolar, es el de las situaciones de validación, donde se expresa la

necesidad de proporcionar argumentos sobre lo que se afirma, con objeto de convencer a los demás de su validez y que sean aceptados como soluciones al conflicto.

En las situaciones de validación el énfasis está puesto en la actitud de proporcionar pruebas para convencer a otros de la pertinencia y validez de una explicación propuesta que generalmente es considerada, por el que la propone, como aceptable. Las explicaciones, en estos casos, parecen ser el producto de conocimientos en los que los alumnos tienen mayor seguridad. Se da un ejemplo a continuación:

En la clase sobre el Sistema Solar se realiza el siguiente intercambio verbal cuando los alumnos están describiendo las características de los planetas.

M.- "Después ¿qué tenemos?" (después de Saturno).

Aos.- "Urano", "Neptuno", "Plutón".

M.- "Plutón es..."

Aos.- "El más frío".

M.- "El más ¿qué?"

Ao.- "El más lejano al sol".

M.- "Mencionaban que era el más..."

Ao.- "Frio".

Ao.- "¿Por qué?"

Ao.- "Porque no le llegan los rayos del Sol".

Ao.- "¿Está todo congelado, como con nieve?"

M.- "No exactamente".

M.- "¿Quién me da un ejemplo?"

Aa.- "Por ejemplo, se hace una fogata y está el día nublado y (sí) nos vamos alejando del fuego nos vamos enfriando y si nos acercamos nos vamos calentando".

M.- "Sí, exacto, eso sería como el experimento".

D.3.2 (59-85-M)

En el Cuadro I.

Al inicio de esta interacción los niños aprecian dos características de Plutón (el más lejano al Sol y el más frío de los planetas). Después de que el maestro pregunta "¿Por qué?" un alumno establece una relación entre distancia y temperatura al

expresar "Porque no le llegan los rayos del Sol". Esta relación requiere aplicar conceptos implícitos como que los "rayos" del Sol son los que permiten que se calienten los planetas. La pregunta de un alumno de si en Plutón "está todo congelado como con nieve" parece mostrar la necesidad de construir representaciones en base a analogías conocidas que les permitan hacer inferencias e imaginar lo que quieren decir las palabras (en este caso "el más frío").

El ejemplo que la niña da para explicar la correlación entre la temperatura y la distancia a la fuente de calor opera como una forma de argumentar la validez de esta relación a través de una analogía con una experiencia previa. Podríamos decir que en esta situación didáctica se manifiestan aspectos fundamentales de la actitud científica: elaboración de una explicación causal ("Porque no le llegan los rayos del Sol") que pretende explicar la relación entre dos variables (temperatura y distancia) y la referencia a una experiencia que puede operar como prueba, por analogía.

En el terreno de la didáctica, esto sería lo que Guy Brousseau (Artigue 1984) llama "una situación de validación", en la que los niños trabajan sobre una afirmación (Plutón es el planeta más lejano y más frío porque no le llegan los rayos del Sol) que colectivamente van construyendo y que tienen que defender frente al maestro, utilizando argumentos lógicos y, al menos en este caso, proponiendo un modelo que verificaría su afirmación.

Las analogías son utilizadas por los alumnos como un recurso para representarse, a través de lo que conocen de un objeto



familiar, las características de objetos similares desconocidos o de un fenómeno al que no tienen acceso directo, y así poder comprender su comportamiento. En este caso se usan para validar la relación que hay entre la variable distancia y la intensidad calorífica con una analogía de una experiencia común. El recurso de las analogías, además de que se emplea ampliamente en la vida cotidiana, es utilizado también de manera frecuente por los científicos en su trabajo de investigación, no sólo para entender un fenómeno inaccesible, sino para orientar las hipótesis bajo el supuesto de que si hay características de dos fenómenos u objetos que son similares, también puede haber otras semejanzas, aunque no se hayan podido observar. Cuando las analogías son adecuadas a la estructura cognitiva de los niños y al fenómeno estudiado, pueden servir para hacer inferencias y comprender fenómenos que resultan complejos, desconocidos o lejanos.

Los maestros frecuentemente utilizan las analogías en clase para explicar fenómenos a los que los niños no tienen acceso, a través de objetos familiares como ocurre en los siguientes ejemplos:

Aa.- "¿Qué es lo mismo el eje que la órbita, maestro?"

El maestro saca una pelota y pide que digan cuál es el eje de rotación.

Ao.- "Los dedos" (el maestro tenía colocados los dedos en lados opuestos de la pelota).

M.- "¿Y la órbita?"

Aa.- "Es la misma pelota".

M.- "Para que me entiendan, vamos a pensar que vamos en una bicicleta. Sus ruedas tienen su eje ¿cuál es la trayectoria?"

Ao.- "La distancia que recorre".

O como la siguiente:

Ao.- "Saturno tiene unos anillos".

M.- "¿Cómo son?, como éste que traigo" (muestra su anillo)

Ao.- "No, grandotes".

Ao.- "Como un cinturón".

D.3.2 (59-85-M)

En el Cuadro I.

El maestro quiere asegurar que no se haga una interpretación incorrecta de la palabra "anillos" en el caso de Saturno. Los alumnos muestran con otra analogía "Como un cinturón" que también manejan un modelo.

Otra situación de validación muy similar a la de Plutón es la que se describe en el capítulo anterior, donde se analiza la existencia o inexistencia de oxígeno en el mar.

En este caso hay una reflexión en torno a dos posiciones posibles: 1) Sí hay oxígeno en el mar, 2) No hay oxígeno en el mar. Los niños tratan de deducir la validez de una u otra en términos de su coherencia con otros conocimientos relacionados. Los niños expresan una actitud crítica que implica la capacidad de considerar explicaciones distintas e incluso de poner en duda su propia concepción, a reserva de que una idea alternativa resulte tener un mayor carácter explicativo para ellos. A través de reflexiones sobre la respiración de los peces los alumnos tratan de deducir si hay oxígeno o no en el mar.

El primer razonamiento que se expresa en la participación de los niños es: si los peces respiran oxígeno, entonces o lo toman del agua o salen a la superficie a tomarlo del aire. Esta segunda opción la presentan como una posibilidad lógica pero por la forma

de expresarse parecen no estar muy seguros de creer en ella. El maestro confirma que no es válida. Para aportar evidencia, que refuerza la primera posibilidad, se menciona que si no hubiera (oxígeno) se morirían los peces.

También se menciona el argumento de la bomba, que implica una evidencia que es aportada de la experiencia extraescolar de un niño. Requiere hacer una transferencia de la reflexión de una a otra situación en la que se analizan factores similares: si le ponen bomba de aire a la pecera es porque los peces necesitan el aire para respirar y por tanto en el mar debe haberlo, porque ahí no hay bombas. En este caso el niño está convencido de que hay oxígeno en el agua y su participación es para aportar los argumentos, mismos que parecen ser los que a él lo convencieron del hecho. Se trata de una situación de validación donde el alumno argumenta su afirmación por transferencia con una situación análoga. La situación resulta equivalente a la de diseñar un modelo para probar, por analogía, la necesidad de aire que tienen los peces.

La tercera posibilidad lógica que los alumnos analizan, es que los peces puedan vivir en el mar a pesar de que ahí no haya oxígeno, porque ellos no lo necesitan para respirar. Esta opción es la que planteaba Juan cuando afirma "No hay oxígeno (en el mar) porque (los peces) no son personas".

Los alumnos formulan las ideas que tienen sobre el fenómeno, se hacen preguntas sobre explicaciones alternativas y expresan la necesidad de validar sus posiciones frente a otras. Se razona

sobre opciones posibles y no sólo sobre su punto de vista individual. Se confrontan opiniones.

La intervención del maestro se centra en que los alumnos analicen lo que él considera que es una prueba de que en el mar hay oxígeno (la existencia de plantas acuáticas que lo producen), pero no valida la argumentación de los niños ("Entonces en el mar hay una bomba ¿no?").

Mientras estos dos ejemplos (el de la fogata y el de la bomba de aire) nos muestran actitudes verificativas que buscan poner a prueba una propuesta relacionando distintas experiencias y saberes adquiridos (mecanismos que utilizan con cierta facilidad los niños de 5º año), también podemos encontrar actitudes verificativas en niños más pequeños:

En los niños de 2º año que trabajan sobre la lección "El calor viaja"(4), después de poner varios objetos al sol, una regla de aluminio, un clavo, una goma, un lápiz y un borrador.

M.- "¿Cuál se calentaría más si hubiera sol (no había salido el sol)?"

Aos.- "La regla".

M.- "¿Por qué?"

Aos.- "Porque es de aluminio".

M.- "¿De qué?"

Aos.- "De metal".

R.3.2 (29-78-L)

En el Cuadro I.

En este caso los niños responden a la pregunta del maestro de que justifiquen su afirmación con el argumento implícito de que es por el material de que está hecha la regla. Su forma de validación requiere analizar algunas variables que pueden influir en el efecto (por ejemplo no hablan del tamaño del objeto, del color o

de otras características que podrían haber considerado), descartar unas y quedarse con otra.

Sin embargo, la forma de expresar su prueba tiene un carácter básicamente pragmático porque se refieren al hecho de que se percibe un mayor calentamiento dependiendo del material, sin argumentar por qué esto es así y sin relacionarlo con otras situaciones. En esta interacción no se puede saber si los niños hablan de la relación entre el material y el "calentamiento" por repetición de una información que previamente les han dado o porque llegan a esa conclusión razonando en base a su experiencia.

Otra situación similar, en la misma clase, es la siguiente:

Después de hacer el experimento de las canicas colocadas en un alambre que se pone al fuego el maestro pregunta:

M.- "¿Cuáles se caen antes?"

A.- "La que está más cerca de la flama".

M.- "¿Por qué?"

A.- "Porque le llega primero el calor".

D.2.8 (29-78-L)

En el Cuadro I.

Nuevamente la prueba tiene un carácter pragmático ya que se refiere a una experiencia particular y no parece contemplar varias explicaciones posibles ni situaciones similares. También aquí la respuesta de los alumnos puede ser una descripción de la ilustración o una repetición del texto que aparece en su libro.

Se podría plantear la hipótesis de que la actitud verificativa en los niños aparece primero como la capacidad de distinguir algunas variables que puedan ser las causantes de un efecto. Se explica el efecto de una sola forma y para entender una situación

particular. Más adelante los alumnos parecen ser capaces de poner en duda el saber recibido como evidente, de contemplar varias explicaciones posibles y de analizar el alcance explicativo de cada una y su posibilidad de aplicarse a varias situaciones similares. Además, para validar sus afirmaciones, se basan en la coherencia con otras experiencias y saberes, para lo que tienen que hacer una cierta abstracción de las características de los fenómenos y saberes que comparan, para poder utilizarlos como modelos o como referencias.

En algunas condiciones escolares cotidianas la intervención del maestro, que pide una justificación de las afirmaciones de los niños preguntando "¿Por qué?", puede provocar una situación de validación, donde los alumnos utilicen sus recursos intelectuales y sus conocimientos para convencer a los demás de lo que creen.

Veamos el siguiente ejemplo:

El maestro toma a un niño por los hombros, cuando están haciendo la escenificación del Sistema Solar, y lo mueve en una órbita imaginaria dando siempre la cara al Sol mientras pregunta:

M.- "¿Por qué no gira así?" (cada planeta)

Aa.- "Porque sólo le daría calor de un lado y del otro frío".

Ao.- "Porque sólo habría estaciones de un lado".

Ao.- "Porque no habría día y noche".

D.3.2 (59-85-M)

En el Cuadro I.

Esta es una forma que emplea el maestro para validar la explicación de que los planetas rotan sobre su propio eje y se trasladan al mismo tiempo. Utiliza un contraejemplo que hace razonar a los alumnos sobre los efectos que se percibirían en la

Tierra, en el caso de que el movimiento de los planetas fuera distinto.

La práctica de validar las afirmaciones que tanto el maestro como los alumnos en algunas ocasiones exponen en clase, la de interrogar a la naturaleza dándose la posibilidad de imaginar qué ocurriría si las cosas no fueran como son, y por tanto, la de poner a prueba la capacidad explicativa de propuestas alternativas y de sondear las consecuencias de una explicación posible; la de no conformarse con la respuesta "correcta" sino alterar las condiciones para entender el efecto de cada variable; son actitudes que permiten profundizar en la comprensión de los fenómenos.

Cuando el maestro fomenta estas actitudes los alumnos también las ponen en práctica, como puede verse en las preguntas sobre el Sistema Solar que hacen los niños: "¿Por qué no chocan los planetas?", "Si la Tierra se saliera de su órbita ¿a qué velocidad saldría?", "¿Qué pasaría si los planetas se pararan?"; y en el comentario de un niño de que si la Tierra rotara rápido se vería (el Sol) como una luz que se prende y se apaga. Estos son ejemplos de una actitud cuestionadora donde los alumnos analizan los efectos que tendría la modificación de algunas variables para entender mejor la dinámica del Sistema Solar.

En este capítulo hemos visto que, una vez que los niños de los últimos años de primaria se enfrentan a un problema que necesitan resolver para satisfacer su propia curiosidad, y resolver algunos conflictos que la actividad experimental y la confrontación de

opiniones que les puede haber creado, expresan una serie de actitudes que forman parte del espíritu o pensamiento científico:

científico.

- una actitud explicativa que va produciendo explicaciones posibles de los fenómenos observados
- una actitud de poner en duda el saber recibido como evidente
- una actitud de escuchar y analizar otras opciones explicativas
- una actitud de búsqueda de coherencia entre lo que observan y hacen, con los saberes previos que tienen (tanto escolares como extraescolares)
- y una actitud de validación para convencer sobre la pertinencia de sus explicaciones.

El proceso que siguen los niños, en estos casos, pone en juego la creatividad y sus conocimientos previos, para elaborar propuestas explicativas. Hacen uso de su capacidad crítica para incorporar o cuestionar otras propuestas (incluidas las del maestro en algunas ocasiones). A veces este proceso también entra en contradicciones que no pueden superar.

Este proceso vincula el razonamiento de los alumnos con el quehacer científico mucho más que seguir un esquema rígido denominado "método científico". No es la memorización de definiciones o la lectura de conceptos "directamente" obtenidos de la observación experimental, ni el seguir sólo el razonamiento que demanda la dinámica de la interacción con el docente, sino el involucrarse en el proceso de construcción de una explicación



"satisfactoria", aunque no siempre sea científicamente correcta, lo que relaciona el razonamiento de los alumnos con el pensamiento científico.

La memorización de datos y definiciones (en el caso de cambios físicos y químicos y en el del Sistema Solar) no necesariamente bloquea la relación constructiva con el contenido, y a veces, incluso lo pueden apoyar, si las expectativas del maestro no cierran la posibilidad de plantear explicaciones alternativas o nuevas dudas conceptuales.

Las actividades experimentales analizadas en este capítulo, propician la expresión de diversas concepciones de los alumnos sobre el contenido, probablemente por ser un referente alternativo al razonamiento que demanda el docente, sobre el contenido. Las actividades descritas se tomaron tanto del grupo de demostraciones como del de resolución de problemas, mostrando que, como se vió en los casos estudiados en el capítulo anterior, la presentación no determina la forma como los alumnos se relacionan con el contenido.

De los análisis realizados se encuentra que no es posible separar los procedimientos que se utilizan para conocer un contenido, de las características que el contenido tiene para los sujetos. No es el procedimiento planteado en la presentación del contenido lo que determina la relación de los alumnos con éste, sino el significado del contenido para los sujetos lo que influye en la relación que ellos establecen con él y en los procedimientos que utilizan para establecer esta relación. Cuando el razonamiento

de los alumnos sigue la lógica del contenido es porque ellos tienen la necesidad de buscar la explicación del fenómeno, de describir las características del objeto, posiblemente para resolver un conflicto que se les ha creado. En estos casos es cuando ponen en juego una serie de recursos intelectuales que han sido considerados como componentes del método científico. Esto es, no se puede enseñar a pensar sin contenidos ni aplicar el método sin involucrarse en un razonamiento sobre el contenido. Tampoco cualquier contenido aunque sea presentado de manera estimulante (a través de una actividad experimental, por ejemplo) genera el mismo tipo de razonamiento o de procedimiento metodológico. Resulta artificioso entonces, plantear como dicotómico enseñar contenidos o enseñar métodos, pues en la práctica se accede a la construcción del contenido a través del procedimiento y éste no tiene sentido si no es en relación a un contenido específico. Aunque si se concibe que el sentido de la enseñanza de la ciencia es sólo el de la transmisión de contenidos concretos, puede limitarse la posibilidad de que los niños participen en su construcción y por tanto de que desarrollen actitudes científicas.

Es también interesante observar, que en la práctica la descripción no se separa de cierto nivel explicativo que varía según la edad y los recursos de los niños. Los niños, frecuentemente, rebasan los objetivos del libro y del maestro por vías no previstas y pasando por explicaciones que pueden ser consideradas en ocasiones como "erróneas" pero que son necesarias

en el proceso de construcción del conocimiento y en el desarrollo del espíritu científico.

Lo que el profesor y asistente de la docencia sobre la ciencia y su enseñanza, de los momentos de participación que "deben" abrirse en el trabajo experimental, en la experiencia que tiene el grupo, en la realización de distintos tipos de actividades y de su seguridad, depende del conocimiento del contenido que va a tratar.

- Todos los contenidos y las reglas de funcionamiento en las situaciones didácticas, no se modifican y se explican y se aplican y se modifican:
- (1) El registro completo de esta clase se incluye en el anexo D.
  - (2) Libro de Texto de Ciencias Naturales, Quinto Grado, p. 103. Edición 1977.
  - (3) Concepto definido por Karmiloff e Inhelder en su artículo "Si quieres avanzar hazte de una teoría"(1982).
  - (4) Libro de Texto de Ciencias Naturales 2º grado p. 84. edición 1977.

El trabajo de la clase requiere un maestro que se forme en la actualidad con los Libros de Texto de Ciencias Naturales de la Reforma Educativa actualmente vigentes, que uno que lo hizo con el material básicamente informativo del Plan de 11 años. Pero también trasciende igual este último maestro en la actualidad que cuando se inició la Reforma Educativa, y el material de resultados desconocidos no podía entender sus contenidos, en cualquier momento pedagógico en su concepción del carácter científico. El mismo maestro puede integrar en su práctica estas diferentes formas de trabajo según sea el tema que aborde y las condiciones de que lo trate.

Algunos análisis de registros de clases realizados en 1978 y en otros años, en encuentros que se han dado en los últimos años.

del grupo de niños, de los estilos docentes, de la concepción que tiene cada maestro sobre lo que es enseñar y aprender, de su concepción sobre la ciencia y su enseñanza, de los espacios de participación que "deben" abrirse en el trabajo experimental, de la experiencia que tenga en el manejo del grupo, en la conducción de distintos tipos de actividades y de su seguridad, basada en el conocimiento del contenido que va a tratar.

Todos estos elementos -que modifican la presentación de los contenidos y las reglas de funcionamiento en las situaciones didácticas, no sólo de maestro a maestro sino dentro de una misma clase de tema a tema y de momento a momento de las actividades realizadas y de la dinámica establecida- han tenido fuertes modificaciones históricas.

No trabaja de la misma manera un maestro que se formó en la Normal con los Libros de Texto de Ciencias Naturales de la Reforma Educativa actualmente vigentes, que uno que lo hizo con el material básicamente informativo del Plan de 11 años. Pero tampoco trabaja igual este último maestro en la actualidad que cuando se inició la Reforma Educativa y el material le resultaba desconocido: no podía entender sus contenidos, su enfoque pedagógico ni su concepción del quehacer científico. Un mismo maestro puede integrar en su práctica estas diferentes formas de trabajo según sea el tema que aborde y las condiciones en que lo trate.

Habiendo analizado registros de clase realizados en 1978 y otros en 1985 se encuentra que en éstos últimos los maestros

incorrectas, quien media entre las formas de control institucional y la forma de existir del control cotidiano en el aula.

Sin embargo los alumnos también tienen un papel en la trama de las relaciones que se establece en el aula, ya que, con sus preguntas, con su entusiasmo o apatía, modifican el rumbo de la actividad escolar y de la organización del trabajo que el maestro planea. Los maestros también son sensibles a las propuestas, inquietudes y actitudes de los niños y muchas veces modifican la dinámica de la interacción en función de los intereses de éstos, dan respuesta a sus preguntas, tratan de satisfacer sus inquietudes, analizan la lógica de sus intervenciones para distinguir cuáles son sus opiniones y tratar de ver si no tienen confusiones, procuran que sus alumnos entiendan, que "no queden lagunas", que vinculen el conocimiento escolar con las necesidades y saberes extraescolares, con las costumbres y tradiciones de su medio ambiente cultural.

El contenido transmitido se integra y delimita no sólo a través del esquema formal de su presentación sino también a través de la contribución de cada sujeto a la construcción colectiva, contribución que adquiere un peso relativo dentro de la dinámica social según las reglas establecidas y la trama de las relaciones entre el maestro y los alumnos, en cada caso.

Existen diferencias en la forma de transmitir los contenidos de ciencias naturales, que dependen, por una parte, de las características de la institución escolar y del medio social y cultural de que se trate, y por otra parte, de las características

#### CAPITULO IV

### ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA RELACION ENTRE EL MAESTRO Y LOS ALUMNOS

En el capítulo anterior se describen algunos de los razonamientos que exponen los alumnos en la construcción del contenido escolar, en los casos estudiados, fundamentalmente a partir de las actividades experimentales realizadas en los últimos años de la primaria. Aunque éste es el tema de estudio de este trabajo, se sabe que estos espacios para la participación alternativa de los niños a través de un razonamiento centrado en la lógica del contenido, no es lo dominante en el trabajo escolar.

En la escuela, según algunos estudios (Rockwell, 1981; Gutiérrez-Vázquez, 1980), el profesor suele ser el que decide el tema que se va a tratar, organiza el trabajo, controla los tiempos asignados a las actividades, hace la mayoría de las preguntas, explica los conceptos, dicta resúmenes, da definiciones, saca conclusiones, etc. Además, en general, es el maestro quien legitima, desautoriza o ignora las intervenciones de los alumnos, quien decide en qué momento y cómo deben de participar, quien evalúa el manejo de los contenidos escolares y las conductas de los alumnos, quien califica las propuestas de correctas o

permiten, con mayor frecuencia, que los alumnos expongan su razonamiento sobre los contenidos presentados en las actividades experimentales. De las actividades analizadas en el capítulo anterior (por ser las que permiten más participación de los alumnos), el 70% son realizadas en 1985 y sólo 30% en 1978 a pesar de que en total hay muchas más actividades de 1978 (19) que de 1985 (11).

Las observaciones de 1985 fueron hechas en una escuela pública de una zona marginada de las afueras del D.F., con maestros recién egresados de la normal. Los registros de 1978 fueron realizados en varias escuelas públicas de distintas zonas del D.F. Estos elementos podrían indicar que existe un proceso de modificación de las prácticas docentes para que cada vez ocupe un lugar mayor (en tiempo y en riqueza de elementos) la participación de los alumnos en la dinámica escolar, siguiendo algunas de las orientaciones de la Reforma Educativa. Pero este resultado también podría responder a características más particulares del grupo de maestros con los que se trabajó en 1985, como son la flexibilidad, el interés por experimentar nuevas formas de trabajo y la búsqueda de una relación menos autoritaria con los niños. También podría deberse a la calidad de los registros de observación en el aula, como consecuencia de la experiencia y del enfoque que actualmente sostiene el equipo de enseñanza de las ciencias naturales del DIE, que enfatiza el interés por estudiar la participación de los niños en mucho mayor medida que en 1975 o en 1978.

En esta última sección de la tesis se presentan algunas

condiciones de la relación establecida entre el maestro, los alumnos y el contenido en los momentos donde se confrontan puntos de vista distintos. Se pretende desentrañar algunas características de las normas implícitas y explícitas que operan entre los alumnos y el maestro en los espacios de expresión de opiniones alternativas. Y también se intenta reconstruir algunas de las concepciones de aprendizaje y de la enseñanza de las ciencias naturales implícitas en la práctica docente en las situaciones analizadas. Si bien las ideas que aquí se plantean se derivan de la experiencia de trabajo en las escuelas, de los diversos trabajos de formación de maestros realizados y de los análisis de los registros aquí presentados, no han sido trabajadas suficientemente por lo que se establecen como hipótesis que abren algunos problemas que podrían investigarse posteriormente.

En capítulos anteriores se encuentra que un factor importante para que los alumnos expongan razonamientos centrados en el contenido, es que éste resulte significativo para ellos en el sentido de que despierte su interés por entender un fenómeno o resolver un problema. El que se realice una actividad experimental que actúa como referente alternativo al tipo de dinámica que demanda la relación con el maestro, contribuye a que el contenido resulte significativo. Sin embargo, la posibilidad de que este razonamiento se exprese y confronte con otros, depende de las características de la interacción entre los niños y el maestro, de las condiciones que el maestro establece para que se expresen diferentes interpretaciones del contenido presentado.



Aunque el maestro es el que generalmente tiene la última palabra en el aula, las reglas de funcionamiento entre el maestro y los alumnos al interior de una situación didáctica se establecen a través de una negociación cuyo resultado se ha llamado contrato didáctico. El contrato didáctico, por tanto, es el conjunto de normas implícitas o explícitas que regulan la relación entre el maestro y los alumnos donde el primero se compromete a enseñar algo y los segundos a aprenderlo (Douady, 1980), ésto es, el conjunto de normas que operan en las situaciones de aprendizaje. La relación con el contenido que los alumnos exponen en el salón de clase depende en parte de las características del contrato didáctico que se establece con el maestro para una situación didáctica concreta.

De los análisis realizados sobre los registros de clase, podría inferirse que cuando el conjunto de normas de funcionamiento que forman el contrato didáctico para una situación no están bien establecidas se dificulta la posibilidad de que en el aula se exprese un razonamiento sobre el contenido. Pareciera que cuando un maestro tiene poca experiencia en la organización del grupo para la realización de actividades experimentales (como es el caso de la maestra que realiza el experimento del efecto de los ácidos sobre los alimentos), se genera una situación de indefinición, de inseguridad, que limita la posibilidad de que se exprese un razonamiento que se centre en el contenido (aunque no hay datos para saber hasta qué punto se está bloqueando la posibilidad de acercarse al contenido o sólo la de expresar este

razonamiento). *El que los niños pueden construir.*

También parece que cuando un maestro rompe las normas que establecen las formas de funcionamiento de un contrato didáctico (lo que muchas veces ocurre cuando se pretende cambiar un estilo impositivo por lo que se entiende por los métodos "activos" de enseñanza), sin sustituirlas por otras reglas claras que permitan organizar la participación, se genera un espacio de indefinición que generalmente provoca una lucha entre los propios niños y con el maestro por la definición e imposición de nuevos roles. Esta dinámica centrada en la definición de nuevas normas de relación limita la posibilidad de que el razonamiento se enfoque en el contenido. Es común que en estas situaciones, donde el maestro es más flexible y tolerante en las normas de organización, el mismo docente translade su dominio al terreno del contenido y se vuelva más directivo en el manejo de la información. *El necesariamente que*

Como sugerencias que surgen de este estudio de casos, parece que para que exista un trabajo colectivo en el salón de clase sobre el contenido escolar, es importante que se definan claramente las reglas de la interacción que se requieren para organizar la participación. Que el maestro pueda conducir el proceso, para sustituir el control basado en la imposición del contenido por la organización del trabajo que ponga en el centro la necesidad y el interés tanto de los niños como de él mismo de entender los fenómenos y por tanto de construir el propio conocimiento sobre ellos. *El sus propias explicaciones sobre*

Para esto parece ser conveniente que las expectativas del

maestro sobre lo que los alumnos pueden construir, entender y responder sean flexibles. Si la dinámica de la interacción se basa en expectativas cerradas o muy concretas sobre lo que los alumnos deben pensar, hacer y decir parecen limitarse las posibilidades de que los alumnos expresen concepciones alternativas, y por tanto pongan en juego sus propias ideas sobre el contenido.

El contrato didáctico que se requiere para abrir espacios de reflexión sobre el contenido, por tanto, no puede ser cualquiera. Por ejemplo, no se puede referir solamente a la apariencia del ambiente escolar pues una clase con los niños sentados en sus lugares y atentos (como es el caso en la clase del Sistema Solar) no es necesariamente una clase "pasiva" donde estén ausentes los procesos de razonamiento sobre el contenido, como tampoco es cierto que en una clase donde todos los niños se ven activos y participando, moviéndose y hablando, permita necesariamente que haya condiciones para la elaboración colectiva: esto es, que los alumnos se escuchen y analicen las opiniones de los demás.

Para que un contrato didáctico permita que en el aula se realice una construcción en torno al contenido es necesario que el maestro no centre la interacción en la transmisión de definiciones o conceptos acabados sino que se dé un margen de autonomía para que tanto él como sus alumnos puedan reflexionar sobre los conceptos o ideas presentadas, fuera de los esquemas de lo "correcto" y lo "verdadero" o de lo "falso" y lo "erróneo". Que los alumnos puedan construir sus propias explicaciones sobre los fenómenos en un proceso de coherencia con sus múltiples

experiencias prácticas y con la información que pueden ir integrando a sus ideas.

Una dinámica de interacción que mantiene la comunicación en torno al sentido que tiene el contenido para los distintos participantes es aquella que, en la práctica, permite que se incorporen los "errores" como parte del proceso de construcción del contenido escolar. En la medida en que el maestro le dé un valor positivo al error entendiendo que se trata de una tentativa de aproximación al contenido (a partir de las diferentes experiencias, concepciones y de la organización que de ellas tienen los niños), es que puede conocer algunas de las características de la elaboración que pueden hacer los alumnos sobre el tema. Mientras que una concepción negativa del error por parte del docente puede bloquear la manifestación de las concepciones de los alumnos. Esta situación también puede llevar a la formación de un pensamiento bipolar, que escinde el conocimiento escolar del conocimiento elaborado fuera de la escuela.

Al tomar los errores como parte del proceso de construcción del contenido escolar, e incluso al asumir por experiencia que los niños a veces no pueden llegar a comprender ciertas concepciones científicas, aunque avancen hacia su construcción, el maestro está en mejores condiciones de entender los diferentes grados de elaboración del conocimiento de sus alumnos, y de propiciar que éstos evolucionen.

La capacidad que tiene un maestro para establecer una

situación didáctica que propicie la expresión de concepciones alternativas, no sólo depende de que maneje consciente o inconscientemente una concepción constructiva del aprendizaje y de la experiencia adquirida en el manejo del grupo, sino de la seguridad que tenga el docente en su conocimiento del contenido que se aborda.

No es casual que una de las clases donde encontramos más flexibilidad frente a los contenidos "dados" y una mayor incorporación de las dudas y construcciones "erróneas" de los alumnos, así como incluso una autonomía del propio maestro para construir sus explicaciones sobre los fenómenos y darse la posibilidad de cometer "errores" con tal de seguir una cierta lógica sobre el contenido (los planetas saldrían a una velocidad infinita de su órbita porque el universo es infinito), es la clase sobre el Sistema Solar, tema que es tratado en todos los años de la primaria y en el que los maestros se sienten seguros.

En los casos analizados, en que las actividades experimentales son propuestas por los maestros sin que vengan incluidas en el Libro de Texto, se trata de temas que ellos conocen bien porque han sido tradicionalmente tratados en primaria y en educación normal (clasificación de plantas en fanerógamas y criptógamas, las partes de una planta y el Sistema Solar). Cuando un maestro no tiene seguridad en el manejo del contenido tiende a rigidizar su presentación, recurriendo muchas veces a estrategias como seguir textualmente la presentación del texto o limitarse a la lectura del mismo, o al dictado de resúmenes y de definiciones; esto es,

se transmite el contenido como paquete rígido que debe ser apropiado tal como se presenta.

Sin embargo en este trabajo se ve que, en algunas ocasiones, los maestros trabajan las ciencias naturales con actividades experimentales, a pesar de que no se sientan muy seguros en el manejo del contenido. Es muy posible que la idea de que los conceptos científicos se infieren a través de una lectura directa de la realidad observada, influya para que los docentes decidan realizar estas actividades, suponiendo que las dificultades que pueden presentarse se reducen a cuestiones de organización de los equipos y de la participación de los niños, pero que, en cuanto al contenido, basta con que se encaucen las reflexiones de los niños con las preguntas que se establecen en el Libro de Texto para que éstos lleguen a los conceptos y conclusiones que ahí se establecen.

En la práctica el problema no resulta tan simple, pues como los mismos docentes reconocen: cuando los niños empiezan a participar y a preguntar sobre lo que observan "el niño siempre nos rebasa en cuanto a cuestionamientos" y, en ese caso "¿Qué capacidad tiene el maestro para improvisar siguiendo los cuestionamientos de los niños y no dejarlos aislados con sus propias preguntas?". Los maestros reflejan la concepción, muy arraigada, de que el docente tiene que tener las respuestas a las preguntas de los alumnos y que su función es la de dar información "correcta", y no la de guiar el proceso de elaboración del contenido. Además, al realizar el experimento, las reflexiones de

los alumnos pueden seguir caminos muy distintos de los que el libro establece o el maestro puede haber planeado.

Una maestra comenta cuando se estaba discutiendo cómo orientar la discusión colectiva en los momentos en que cada niño interviene con inquietudes distintas: "Creo que todos los maestros estamos en problemas pues si le decimos al niño que hable se va por cualquier lado, además todos quieren participar porque tienen diferentes inquietudes. Entonces ¿qué debemos hacer?. Porque si los trae una bien quietecitos es como una dictadura o un ogro y si uno permite que los niños hablen también está mal. Bueno los maestros estamos ante un problema muy fuerte ¡No tenemos salida!".

Aquí la maestra alude a dos problemas. Uno, a veces difícil de resolver, que es el de organizar el debate, la confrontación y la manifestación de diversas inquietudes de los alumnos y de los diferentes niveles de elaboración y conceptualización que tienen. El otro problema, al que se refiere implícitamente cuando dice "si uno permite que los niños hablen también está mal", es el de poder cumplir con su rol al asegurar que los niños lleguen a los contenidos y objetivos de libros y programas y que además lo hagan en un ambiente de "orden". Otro maestro expresa este problema en la siguiente forma: ¿Cómo incorporar los cuestionamientos de los niños "encauzarlos" para llegar al "objetivo"? En esta pregunta se centra la contradicción que viven los docentes entre el planteamiento de dejar participar a los alumnos, que pregunten y expresen sus concepciones, y la demanda institucional de cubrir programas y objetivos suponiendo que los razonamientos de los alumnos y las observaciones sobre un fenómeno los van a llevar a las concepciones de la ciencia.

Un maestro interrogado sobre cuáles son sus problemas en la enseñanza de la ciencia dice: "Si no sabemos la pregunta que nos hace un niño ¿qué actitud debemos tomar?".

Otro maestro reflexiona al leer el registro sobre el Sistema Solar, en una parte donde los alumnos dicen que la trayectoria de los planetas es la "elíptica" y el maestro insiste que se trata de la "órbita". "Si un niño quiere decir que a la trayectoria de un planeta se le denomina 'elíptica', seguramente que para él esto es una verdad, que luego confronta con la verdad universal. Pienso que quiere decir la misma idea pero ¿debemos aceptar esas respuestas aunque después debamos corregirlos?".

Estos son algunos de los problemas que viven los maestros cuando tratan de propiciar el proceso de razonamiento de los niños sobre el contenido, y al mismo tiempo pretenden cumplir con lo que ellos asumen que es su rol como docentes: "corregir los errores" y transmitir el contenido científico.

Por otro lado, los niños, como dice Vygotski, también aprenden por imitación y cuando el maestro establece una relación afectiva, de interés por el contenido, y se da a sí mismo la posibilidad de imaginar situaciones, de construir modelos o desarrollar explicaciones (aunque no vengan en el Libro de Texto), de cometer "errores", de razonar sobre la información que maneja, de entender un fenómeno más que de llegar a un concepto, esta actitud tiende a ser imitada por alumnos.

Las condiciones afectivas que se ponen en juego frente al contenido son una parte fundamental del tipo de vínculos que se pueden establecer con él. En estas condiciones influye como en el interés del niño, pero también el interés y emoción que transmite



el maestro y el valor que éste le da a los conocimientos previos de los niños y a su capacidad de razonamiento lógico y de construcción de su propio conocimiento.

Si el maestro tiene confianza en la capacidad intelectual de sus niños es muy probable que les transmita seguridad en sus propias reflexiones y en sus conocimientos, seguridad que es fundamental para que desarrollen una actitud creativa y constructiva frente al contenido.

Resumiendo, algunas de las actitudes de los docentes que propician la expresión de concepciones alternativas de los alumnos sobre el contenido, son las siguientes:

- el maestro siente placer por enseñar
- el maestro tiene interés en que los niños entiendan los fenómenos ("que no queden lagunas")
- el maestro convoca a que los niños piensen y manifiesten su razonamiento, para eso:
  - . retoma sus preguntas y las devuelve al grupo haciendo reflexionar sobre ellas y buscando que los niños elaboren sus propias respuestas. Así hace sentir a los niños que también es responsabilidad de ellos encontrar solución a los problemas
  - . promueve la confrontación de puntos de vista distintos entre los alumnos propiciando la relación entre iguales en torno al contenido
  - . incorpora toda la información tanto escolar como extraescolar que los alumnos manejan para que busquen una

coherencia en sus concepciones tomando en cuenta todos sus conocimientos sobre el objeto de estudio

• incorpora los "errores" como parte del proceso de construcción del contenido y como una tentativa de aproximación, que indica los distintos niveles de apropiación y elaboración del mismo

• rescata la heterogeneidad del proceso de construcción: los puntos de vista distintos, las opciones explicativas alternativas y las confronta. Se promueve así la evolución de la construcción colectiva del contenido y se valida la posibilidad de explicaciones alternativas, rompiendo con el esquema de "la respuesta correcta"

• introduce dudas sobre la información recibida y hace referencia a situaciones confusas para asegurar una mejor comprensión de los fenómenos a través de cuestionar las concepciones expuestas y poner a prueba su capacidad explicativa

• da la posibilidad de imaginar, de elaborar explicaciones posibles en base a las propias ideas y las valida aunque no correspondan a la explicación que da actualmente la ciencia

• solicita pruebas de las explicaciones que los niños elaboran, convocando a desarrollar una actitud de validación de sus afirmaciones.

- el maestro incorpora los aportes de los niños a la dinámica de la clase y para eso tiene que:

• seguir la lógica de razonamiento de los alumnos

• abrir la gama de sus expectativas sobre las respuestas

posibles

1. tratar de entender qué tipo de explicaciones manejan los alumnos sobre los fenómenos

2. reconocer que no hay una sola lógica sobre un contenido y que el razonamiento lógico sobre un contenido no conduce necesariamente a una misma conclusión, ya que depende de las concepciones de las que se parte

3. aceptar que los niños pueden manejar más información que él sobre algunos temas

4. reconocer que en ocasiones las explicaciones de los niños pueden ser más lógicas que las que él o incluso el Libro de Texto plantean, tomando en cuenta los supuestos y las concepciones de las que parten los alumnos

5. dar un valor a las preguntas de los niños tanto como a sus respuestas

- el maestro también aclara confusiones, responde algunas preguntas, explica algunos efectos utilizando analogías con fenómenos conocidos y en ocasiones reconoce que no tiene ciertos conocimientos y acepta que se queden algunos problemas sin respuesta.

Esto no implica que éstas son todas ni las únicas condiciones que permiten expresar concepciones alternativas sobre el contenido, ni tampoco se asegura que estas condiciones siempre produzcan el mismo efecto en la dinámica de la interacción.

Con frecuencia también ocurre, que son los niños, cuando

tienen necesidad de entender por qué ocurre un fenómeno, los que obligan al maestro a acercarse a la lógica del contenido que ellos siguen. La relación de los alumnos con el contenido también impone condiciones a la relación que el maestro puede establecer con ellos y con el propio contenido. Las actividades experimentales, al permitir la manipulación de un objeto, representan un referente alternativo al razonamiento que demanda el docente, y despiertan el interés de los niños, propiciando la manifestación de sus propias ideas sobre el contenido. Esta situación puede presionar al maestro para que subordine la interacción con los alumnos a lo que éstos están expresando. Estos son el tipo de actividades que en el aula tienden a romper la estructura jerárquica del saber y la relación asimétrica en donde el maestro ocupa el papel central.

En estas situaciones parece adquirir más relevancia la relación entre iguales. Aumenta la participación de los alumnos en las interacciones verbales y disminuye la del maestro, en comparación con otros momentos del trabajo escolar. Es básicamente entre los niños que se confrontan explicaciones, se argumentan y discuten puntos de vista y se organizan los contenidos que despiertan su interés.

Podemos decir que una virtud de los Libros de Texto de Ciencias Naturales es la propiciar estas situaciones, al proponer la realización de gran cantidad de actividades experimentales, el trabajo colectivo, la discusión entre los niños y la vinculación con la experiencia cotidiana.

La posibilidad que abre las actividades experimentales para la

elaboración de explicaciones y de argumentaciones verificativas, es frecuente que se vuelva a cerrar en lo que podríamos llamar la situación de institucionalización o formalización del contenido.

Aunque en algunos ejemplos analizados se ve que los alumnos pueden seguir en paralelo la dinámica de la interacción que plantea el maestro y su propio razonamiento sobre el contenido; hay ocasiones en que se introducen fuertes conflictos en la negociación del saber, que se refleja en las conclusiones, porque estas lógicas no tienen puntos de conexión posibles. A veces se deja sin conclusiones el proceso, en otras el maestro opta por olvidarse del texto y dejar las cosas hasta donde se ha llegado en la reflexión, pero generalmente lo que ocurre es que se imponen las conclusiones del libro o del programa, perdiendo la riqueza de la construcción que los niños han hecho. En el momento de formalización de las conclusiones es donde más frecuentemente se introducen los tecnicismos que representan en el medio escolar el lenguaje "correcto científicamente" (se habla de "densidad" en vez de "peso" que era lo que se había manejado, o de "presión" en vez de "peso del agua", de "órbita" en vez de "elíptica" o de "universo" en vez de "cielo").

La actitud que manifiesta la mayor parte de los maestros en la situación de institucionalización es la consecuencia de sus concepciones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la ciencia y sobre su rol como docentes:

a) Para el maestro y la institución escolar lo importante es "cubrir el programa" mas que la forma de hacerlo. Se promueve la

participación de los alumnos siempre y cuando se "llegue al objetivo".

b) Para el maestro su tarea es asegurar que los alumnos se apropien de los conceptos "correctos", más que la construcción de actitudes y conocimientos en el trabajo escolar. Por eso el maestro generalmente asume un papel directivo cuando se trata de corregir "errores" y de dar "conclusiones".

c) Tanto el maestro como los Libros de Texto manejan una concepción empirista de la ciencia en donde se piensa que la observación de un fenómeno físico conduce de manera unívoca a las ideas, explicaciones y teorías que actualmente maneja la ciencia.

Sin embargo la realización de actividades experimentales en la práctica escolar cotidiana permite que los niños puedan trabajar directamente con los objetos y fenómenos naturales y que puedan desarrollar sus explicaciones para tratar de entenderlos. La práctica de trabajo y discusión colectiva permite confrontar ideas y elaborar socialmente el contenido escolar.

Cuando la conclusión que da el maestro y el libro difiere mucho de lo que los niños han podido construir, se abre la posibilidad de que éstos inhiban la expresión de sus propias concepciones, al menos en el contexto escolar.

Finalmente se reconoce que el proceso educativo en la escuela es muy versátil y contradictorio y que la fuerza, la permanencia y el papel, en el desarrollo afectivo e intelectual de cada individuo, que pueden llegar a tener las actitudes inhibidoras de

un pensamiento crítico y creador, frente al papel que lleguen a tener las actitudes que lo promueven y desarrollan, depende de múltiples factores que se desconocen pero que seguramente varían de individuo a individuo, de acuerdo a su propia historia, a su formación y a la afectividad involucrada en cada una de las experiencias vividas. La pretensión de este trabajo fué la de contribuir, en alguna medida, al conocimiento de las situaciones y las actitudes que propician una participación más libre, más creativa, más autónoma y más constructiva de los alumnos, para tratar de que éstas vayan teniendo un peso mayor en la experiencia escolar.

- Andelof, C. y Escobar, G. (1977). La escuela capitalista. México, Siglo XXI Editores.
- Bernal, J.B. (1967). Historia social de la psicología. Barcelona, Ed. Paidós.
- Bokuniewicz, W. "Psicopatología del vínculo profesor-alumno: el profesor como agente socializante" en: Revista de Psicología de la Universidad Año II, Nº 4, Buenos Aires.
- Bourdieu, P. y Passeron, J.C. (1977). La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza. Barcelona, Editorial Lusa.
- Cooley, S. y Singh, M. (1961). La instrucción escolar en América capitalista: la reforma educativa y las contradicciones de la vida americana. México, Siglo XXI Editores.
- Crousseau, G. (1974). "Etude locale des processus d'acquisition en situation scolaire" en: Colloir de l'IREM de Bordeaux Nº 18.
- Crousseau, G. (1976). "L'observation des activités didactiques" en: Revue Française de Pédagogie Nº 45, Francia.
- Crousseau, G. (1954). "Efectos y paradojas didácticas", Nptes de S. Solvor, Curso impartido en la Escuela de Verano de Bordeaux, Francia.
- Crousseau, G. (1964). "El papel de maestro y la institucionalización" Curso de Didáctica de la Matemática Escuela de Verano de Bordeaux.
- Crousseau, G. (1965). "Notas del curso sobre didáctica de las matemáticas" impartido en el Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN, México.
- Drown, S. y McIntyre, D. (1982). "Influencia upon teachers' attitudes to different types of innovations"

## BIBLIOGRAFIA

- Adda, J. (1982) "La observación de clases y la paradoja del observador" en: Educational Studies in Mathematics, Vol.13 pp. 21-32
- Aguilar, C. (1986) "El trabajo de los maestros, una construcción cotidiana" Tesis de maestría, México, Departamento de Investigaciones Educativas Cinvestav-IPN.
- Artigue, M. (1984) "Modelisation et reproductibilité en didactique des mathématiques" en: Cahier de Didactique des Mathématiques Nº 8 IREM de l'Université Paris VII.
- Bisubel, B.P. (1978) Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo, México, Edit. Trillas.
- Averbuj, E. (1980) "Entre la razón y el placer" en: Cuadernos de Pedagogía Año VI Nº 67-68, España.
- Bachelard, G. (1981) La formación del espíritu científico, México, Edit. Siglo XXI.
- Baudelot, C. y Establet, R. (1975) La escuela capitalista, México, Siglo XXI Editores.
- Bernal, J.D. (1967) Historia social de la ciencia, Barcelona, Ed. Península.
- Bohaslavsky, R. "Psicopatología del vínculo profesor-alumno: el profesor como agente socializante" en: Revista de Ciencias de la Educación Año II, Nº 6, Buenos Aires.
- Bourdieu, P. y Passeron J.C. (1977) La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza, Barcelona, Editorial Laia.
- Bowles, S. y Gintis, H. (1981) La instrucción escolar en América capitalista: la reforma educativa y las contradicciones en la vida económica, México, Siglo XXI Editores.
- Brousseau, G. (1978) "Etude locale des processus d'acquisition en situation scolaire" en: Cahier de l'IREM de Bordeaux Nº 18
- Brousseau, G. (1978) "L'observation des activités didactiques" en: Reveu Française de Pédagogie Nº 45, Francia.
- Brousseau, G. (1984) "Efectos y paradojas didácticas", Notas de G. Gálvez, Curso impartido en la Escuela de Verano de Bordeaux, Francia.
- Brousseau, G. (1984) "El papel del maestro y la institucionalización" Curso de Didáctica de la Matemática Escuela de Verano de Bordeaux.
- Brousseau, G. (1985) "Notas del curso sobre didáctica de las matemáticas" impartido en el Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN, México.
- Brown, S. y McIntyre, D. (1982) "Influences upon teachers' attitudes to different types of innovation: a



- study of scottish integrated science" en: Curriculum Inquiry 12, 1, pp.35-51.
- Brun, J. (1980) "Pedagogía de las matemáticas y psicología: análisis de algunas relaciones" en: Infancia y Aprendizaje Nº 9 pp.32.
- Bruner, J. (1963) El proceso de la educación, UTEHA, México.
- Bruner, J. (1969) Hacia una teoría de la instrucción, UTEHA Nº 373, México.
- Candela, A. (1986) "Tendencias internacionales en la enseñanza de las ciencias naturales" en: Cero en Conducta, Año 1, Nº 6, México.
- Candela, A., A.I. León y N. Venegas (1987) (comps) "Guía Didáctica para el Módulo Científico Tecnológico del Plan de Actividades Culturales de Apoyo a la Educación Primaria", México, SEP
- Cañal, P. y Porlan, R. (1987) "Investigando la realidad próxima: Un modelo didáctico alternativo" en: Enseñanza de las Ciencias Vol.5 Nº 2.
- Canguilhem, G. (1975) "La connaissance de la vie" en: El Oficio del Sociólogo de P. Bordieu, J.C. Chamboredon y J.C. Passeron. México. Siglo XXI Editores.
- Carreño Carlón, J. (1981) "Adios decenio cruel: El final del principio (1970-1974)", en: Nexos 44, pp.15-27.
- Chevallard, I. (1980) "La trasposition didactique: Fiches, documents et bibliographie" en: Premier Ecole d'Eté Didactique des Mathématiques del: IREM d'Aix-Marseille. Faculté des sciences de Luminy.
- Christophides, A. y C. Coll (1976) "L'enseignement des sciences expérimentales a l'école primaire: perspectives piagetianes", Université de Genève. Communition Présentée au Séminaire International pour l'Enseignement de la Physique. Montpellier.
- Cole, M. (1972) "Towards an experimental anthropology of learning" en: Learning and Culture, S.T. Kimball y J.H. Burnett (eds), American Ethnological Society Proceedings, Annual Spring Meetings.
- Coll, C. (1978) La conducta experimental en el niño, Barcelona, Edit. CEAC.
- Coll, C. (1983) "Las aportaciones de la psicología a la educación: el caso de la teoría genética y de los aprendizajes escolares" en: Psicología Genética y Aprendizajes Escolares, C. Coll (comp.), Madrid, Siglo XXI.
- Colmez, F., G. Delacote y J.F. Richard (1978) "La actividad experimental en el alumno" en: Infancia y Aprendizaje Nº 13, Madrid, pp 3-20.
- Coulibaly, A. y C. Deman (1981) "Observación de las situaciones didácticas" en: Infancia y Aprendizaje Nº 16, pp.43-49.
- Del Val, J. "Epistemología y enseñanza" en: Crecer y Pensar: La Construcción del Conocimiento en la Escuela, Barcelona, Laia, Cuadernos Pedagógicos.

- Delamont, S. (1985) La interacción didáctica, Diálogos en Educación Nº 19, Edit. Cincel Kapelusz, Madrid.
- Delamont, S. y D. Hamilton (1978) "Investigación en el aula: una crítica y un nuevo planteamiento" en: Stubbs, M. y S. Delamont, Las Relaciones Profesor-Alumno, Oikos-Tau, Barcelona, pp.15-33.
- Dewey, J. (1966) Democracy and education, New York Free Press.
- Douady, R. (1984) "De la didactique des mathématiques a l'heure actuelle" en: Cahier de Didactique des Mathématiques Nº 6 IREM de Paris.
- Driver, R. (1985) "Cognitive psychology and pupils frameworks in mechanics", The many faces of teaching and learning mechanics, proceedings of 1984 Conference on Physics Education, Utrecht, Holand.
- Driver, R. (1986) "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos" en: Enseñanza de las Ciencias, Vol.4, Nº 1.
- Driver, R. y V. Oldham (1986) "A constructivist approach to curriculum development in science" en: Studies in Science Education, Nº 13.
- Duckworth, E. (1979) "Piaget rediscovered" a Report of the Conference of the Cognitive Studies, a Curriculum Development R.E. Ripple and V.N. Rockastle ed. Cornell University, pp.113-122.
- Edwards, V. (1985) "Los sujetos y la construcción social del conocimiento escolar en primaria: un estudio etnográfico" Tesis de maestría, México, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN.
- Eggleston, J. (1980) Sociología del currículo escolar, Edit. Troquel, Buenos Aires.
- Ezpeleta, J. y Rockwell, E. (1983) "Escuela y clases subalternas", en: Cuadernos Políticos Nº 37, México, ERA.
- Ferreiro, E. (1985) "Psicogénesis y educación", Ponencia presentada en el Coloquio de Educación, Posgrado de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.
- Feyerabend, P. (1975) Contra el método: Esquema de una teoría anarquista del conocimiento, Barcelona, Edit. Ariel.
- Forman, E. y Cazden, C. (1984) "Perspectivas vygotskianas en la educación: el valor cognitivo de la interacción entre iguales" en: Infancia y Aprendizaje, 27/28, pp.139-157.
- Fuentes, O. (1979) "Educación pública y sociedad" en: México Hoy, P. González-Casanova y E. Florescano (coord.), México, Siglo XXI Edits.
- Furio, C. y D. Gil (1978) El programa-guía. Una propuesta para la renovación de la didáctica de la física y química en el bachillerato, ICE, Universidad de Valencia.
- Gagné, R. (1970) Las condiciones del aprendizaje, Madrid, Aguilar.
- Gagné, R. (1975) Principios básicos del aprendizaje para la instrucción, Editorial Diana, México, pp.59-81.

- Gálvez, G. y Rockwell, E. et al. (1979) "El uso del tiempo y los libros de texto en primaria" en: Cuadernos de Investigación Educativa Nº 1, México, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN.
- Gauld, C.F. y A. Hukins (1980) "Scientific attitudes: a review" en: Studies in Science Education, Nº 7.
- Gene, A. y D. Gil (1982) "Enseñanza de las ciencias por descubrimiento" en: Cuadernos de Pedagogía Nº 94, pp.64-66.
- Gil Pérez, D. (1985) "El futuro de la enseñanza de las ciencias: algunas implicaciones de la investigación educativa" en: Revista de Educación, España.
- Gil Pérez, D. (1986) "La metodología científica y la enseñanza de las ciencias, unas relaciones controvertidas" en: Enseñanza de las Ciencias vol.4, Nº 2.
- Gil Pérez, D. y J. Carrascosa (1985) "Science learning as conceptual and methodological change" en: European Journal of Science Education, vol.7 Nº 3.
- Gil Pérez, D. y J. Martínez-Torregosa (1983) "A model for problem-solving in accordance with scientific methodology" en: European Journal of Science Education Vol.5 Nº 4.
- Gil, D. (1982) La investigación en el aula de física y química, Madrid, Edit. Anaya.
- Giordan, A. (1981) "Observación-experimentación: pero ¿cómo aprenden los alumnos?" en: Infancia y Aprendizaje Nº 13, Madrid, pp.21-33.
- Giordan, A. (1982) La enseñanza de las ciencias, Madrid, Siglo XXI.
- Giordan, A. (1983) "Para una educación científica, cambiar la relación del alumno con el saber" en: Raison Presente Nº 41.
- Giroux, H. (1980) "Teacher education and the ideology of social control" en: Journal of Education 162 Nº 1.
- Gordon, D. (1984) "The image of science, technological consciousness and the hidden curriculum" en: Curriculum Inquiry 14:4 Ontario, Canada.
- Gutierrez, R. (1987) "Psicología y aprendizaje de las ciencias: el modelo de Ausubel" en: Enseñanza de las Ciencias Vol.5 Nº 2.
- Gutierrez-Vázquez, J.M. (1972-1976) (coord) Libro de Texto Gratuito: Ciencias Naturales Libro del Niño 10 a 60 de primaria, SEP, México.
- Gutierrez-Vázquez, J.M. (1972-1976) (coord) Auxiliares Didácticos: Ciencias Naturales 10 a 60 grados, SEP, México.
- Gutierrez-Vázquez, J.M. y A. Candela (1981) (coords) Libro de Texto Gratuito: Ciencias Naturales, Libro del Niño 30 primaria, SEP, México.
- Gutierrez-Vázquez, J.M. (1980) (coord) "Diagnóstico de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria" Informe de Investigación elaborado por M.S.

- Núñez. Documento interno DIE-CINVESTAV-IPN.
- Gutierrez-Vázquez, J.M. (1982) "Cuatro ideas sobre la enseñanza de la ciencia en la educación básica" en: Biología 12, México, pp.37-40.
- Hanson, N. (1958) Patterns of discovery, Cambridge England: Cambridge University Press.
- Hardy, J. (1977) "Textbooks and classroom knowledge: the politics of explanation and description" en: Explorations in the Politics of School Knowledge, edited by Doff Witty and Mitchel Young. pp.87-98
- Heller, A. (1977) Sociología de la vida cotidiana, Edic. Península. Barcelona.
- Hempel, C.G. (1977) Filosofía de la ciencia natural, Madrid, Editorial Alianza.
- Herron, M.D. (1971) "The nature of scientific inquiry", en: School Review
- Hewson, M.G. y P.W. Hewson (1984) "Effects of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies of science learning" en: Journal of Research in Science Teaching, Vol. 20.
- Hewson, P.W. (1980) "A conceptual change approach to learning science" en: European Journal of Science Education Vol.3.
- Hodson, D. (1985) "Philosophy of science, science and science education" en: Studies in Science Education Nº 12, pp.25-57.
- Jackson, P. (1975) La vida en las aulas, Madrid, Edit. Morova.
- Kamii, C. (1982) "La autonomía como objetivo de la educación: implicaciones de la teoría de Piaget" en: Infancia y Aprendizaje Nº 15, pp.3-32.
- Karmiloff, A. y B. Inhelder (1975) "Si quieres avanzar, hazte con una teoría" Cognition International Journal of Cognitive Psychology, Vol.3 Nº 3 Elsevier Secuola S.A. Lausanne.
- Keislar, E.R. y L.S. Shulman (1966) Learning by discovery: a critical appraisal, Chicago, Ed. Rand, McNally.
- Koyré, A. (1968) "The significance of the newtonian synthesis" en: Newtonian Studies. The University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1971) La estructura de las revoluciones científicas, Breviarios del Fondo de Cultura Económica, México.
- Lakatos, I. (1970) "Falsification and the methodology of scientific research programmes" en: Criticism and the Growth of Knowledge. I.Lakatos & A.Musgrave (Eds.) Cambridge: Cambridge University Press.
- León, A.I. (1986) Un estudio experimental del aprendizaje de las ciencias naturales en la educación primaria, desde una perspectiva constructivista Tesis para obtener el grado de licenciatura en Química, UNAM.
- León, A.I. y M. Solé (1982) "¿Enseñamos realmente a investigar la naturaleza?" en: Educación 42, México.
- León, A.I. y N. Venegas (1987) "En busca de espacios de

- reflexión para maestros y alumnos" en: Módulo Científico-Tecnológico del PACAEP-SEP, México.
- Magoon, A.I. (1977) "Constructivist approaches in educational research" en: Review of Educational Research Fall, Vol.47 No 4, pp.651-693.
- Mc Dermont, L.C. (1984) "Critical review of research in the domain of mechanics" en: Research on Phisics Education.
- Mercado, R. (1985) "La escuela primaria gratuita, una lucha popular cotidiana", Tesis de maestría, México, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN
- Monsivais, C. (1981) "Notas sobre el Estado, la cultura nacional y las culturas populares en México" en: Cuadernos Políticos No 30.
- Montañez, S.J.R. (1987) "Los experimentos en la escuela primaria: un inventario inicial", Centro Michoacano para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología.
- Moreno, M. (1980) "Aplicaciones a la escuela de la psicología genética: la pedagogía operatoria" en: Infancia y Aprendizaje No 12, España.
- Moreno, M. (1981) "¿Qué es la pedagogía operatoria?" en: Cuadernos de Pedagogía No 78, España.
- Moreno, M. (1986) "Ciencia y construcción del pensamiento" en: Enseñanza de las Ciencias, Vol.4 No 1.
- Nadeaur, R. y Désautels, J. (1984) "Epistemology and the teaching of science", Discussion Paper of: Science Council of Canada, Ottawa, Ontario.
- Novak, J.D. (1986) "The importance of emerging constructivist epistemology for mathematics education" en: Journal of Mathematical Behavior No 5.
- Nuñez, M.S., M. Solé y A.I. León (1983) "Desarrollo de un modelo de enseñanza de las ciencias experimentales y la tecnología en la escuela primaria", Informe general (8 vols), México, DIE-CINVESTAV-IPN.
- Osborne, R. y Gilbert, J. (1983) "Science teaching and children views of the world" en: European Journal of Science Education Vol.5 No 1, pp.1-14.
- Osborne, R. y M. Wittrock (1985) "The generative learning model and its implications for science education" en: Studies in Science Education No 12, pp. 59-67.
- Paradise, R. (1979) "Socialización para el trabajo: la interacción maestro-alumno en el salón de clases", Tesis de maestría, Cuadernos de Investigación Educativa No 5, México, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN.
- Pereyra, C. (1977) "Los límites del reformismo" en: Cuadernos Políticos No 1, México, pp.52-65.
- Perret-Clermont, A.N. (1980) La construcción de la inteligencia en la interacción social, Edit. Aprendizaje-Visor, Madrid.
- Perret-Clermont, A.N. (1981) "Perspectivas psicosociológicas del aprendizaje en situación colectiva" en: Infancia y Aprendizaje No 16, pp.29-41.

- Peterson, R.W. (1979) "The impact of paradigm based research on classroom practice" en: Journal of Research in Science Teaching, Nº 16.
- Phillips, D.C. (1985) "On what scientist know, and how they it" en: Learning and Teaching the Ways of Knowing. 84 yearbook of The National Society for the Study of Education. Edited by Elliot Eisner pp. 37-60.
- Piaget, J. (1934) La causalidad física en el niño, Madrid, Espasa-Calpe.
- Piaget, J. (1964) "Developmente and learning" en: The Journal of Research Science Teaching Vol.2 Nº 3 pp.176-186.
- Piaget, J. (1969) Psicología y pedagogía, Edit. Ariel Barcelona.
- Piaget, J. (1969) Seis estudios de psicología, Barcelona, Ed. Seix Barral.
- Piaget, J. (1971) El criterio moral en el niño, Edit. Fontanella, Barcelona.
- Piaget, J. (1972) El juicio y el razonamiento en el niño, Madrid La Lectura 1929, Buenos Aires, Guadalupe.
- Piaget, J. (1973) La representación del mundo en el niño, Edit. Morata, Madrid.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1969) Psicología del niño, Madrid, Edit. Morata.
- Piaget, J. y García, R. (1982) Psicogénesis e historia de la ciencia, México, Siglo XXI Editores.
- Pontecorvo, C. (1985) "Scienza dei bambini, pensiero dei bambini: di che cosa si tratta?", en: I Quaderni di Villa Falconieri Nº 6, Frascati, CEDE.
- Pope, M. y Gilbert, J. (1983) "Explanation and metaphor: some empirical questions in science education" en: European Journal of Science Education Vol.5 Nº 3 pp.249-261.
- Pope, M.L. y J. Gilbert (1983) "Personal experience and the construction of knowledge in science" en: Science Education Nº 67, pp. 193-203.
- Posner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W. y Gertzog, W.A. (1982) "Accomodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change", en: Science Education Nº 61.
- Postman, N. y C. Weingartner (1985) "El medio es el mensaje evidentemente" en: Crítica a la Escuela. El Reformismo Radical en EU, Antología preparada por O. Fuentes, Edic. El Caballito, Biblioteca Pedagógica SEP, pp.107-115.
- Pozo, J.I. (1987) Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal, Madrid, Aprendizaje Visor.
- Quiroz, R. (1985). "El maestro y la legitimación del conocimiento" en: E. Rockwell (comp). Ser maestro: estudios sobre el trabajo docente, México, SEP-El Caballito.
- Rachelson, S. (1977) "A question of balance: a wholistic view of scientific inquiry" en: Science Education 1 pp.109-117.
- Ramirez-Garrido, J.D. "Papel de los procesos analógicos en la

- representación del mundo. Explicaciones en torno al origen y formación de las nubes" en: Infancia y Aprendizaje.
- Ramirez, O. (1982) "Análisis de temas de física y química en los Libros de Texto Gratuitos" Documento mimeografiado para la Maestría en Ciencias de la Educación de DIE.
- Remedi, E. (1985) "Notas para señalar: el maestro entre el contenido y el método" en: Tecnología Educativa: Aproximaciones a su Propuesta, varios autores, México, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Rist, R. (1970) "Student social class and teacher expectations: the self-fulfilling prophesy in ghetto education" en: Harvard Educational Review Vol.40 Nº 3, pp.411-451.
- Rockwell, E. (1980) La práctica docente y su contexto institucional y social, México. Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN.
- Rockwell, E. (1982) Etnografía y teoría en la investigación educativa, Documentos, México. Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN.
- Rockwell, E. (1986) "La investigación sobre la práctica docente, Bibliografía anotada", México, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN.
- Rockwell, E. (1986) "La relevancia de la etnografía para la transformación de la escuela", Tercer Seminario Nacional de Investigación Educativa. Ed. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, Bogotá, Colombia.
- Rockwell, E. (comp) (1986) Ser maestro. Estudios del trabajo docente, México, SEP-El Caballito.
- Rockwell, E. y Ezpeleta, J. (1983) La escuela, relato de un proceso de construcción inconcluso, México, Documentos, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN
- Rockwell, E. y Gálvez, G. (1982) "Formas de transmisión del conocimiento científico, un análisis cualitativo" en: Educación: Revista del Consejo Nacional Técnico de la Educación. Nº 42, México, pp.97-139.
- Rockwell, E. y Mercado, R. (1986) La escuela, lugar del trabajo docente. Descripciones y debates, Cuadernos de Educación, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN.
- Rosenthal, R. y L. Jacobson (1968) Pygmalion in the classroom, Nueva York, Holt, Rinehart y Winston.
- Schibeci, R.A. (1981) "Science teachers and science related attitudes" en: European Journal of Science Education Vol.3 Nº 3, pp.451-459.
- Schibeci, R.A. (1984) "Attitudes to science: an update" en: Studies in Science Education Vol.11.
- Shulman, L.S. (1968) "Psychological controversies in the Teaching of Science and Mathematics" en: The Science Teacher Journal of the National Science Teachers Association, Vol.35 Nº 6.
- Shulman, L.S. (1970) "Reconstruction of educational research"

- en: Review of Educational Research Vol.40, Nº 3.
- Shulman, L.S. y P. Tamir (1973) "Research on teaching in the natural sciences" en: W. Travers Ed. Second Handbook of Research on Teaching, Chicago, Rand McNelly.
- Trabal, M. (1980) "¿Dejamos investigar?" en: Cuadernos de Pedagogía Nº 67 y 68, España, pp. 37.
- Veinnot, L. (1979) "Spontaneous reasoning in elementary dynamics" en: European Journal of Science Education Vol.1 Nº 2.
- Vergnaud, G. (1981) "Quelques orientations théoriques et méthodologiques des recherches francaises en didactique des mathématiques". Comunication au Congrès du PME. Grenoble.
- Vincentini-Missoni, M. (1982) "Paradigmas humanos: problemas en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia", Curso Internacional sobre Enseñanza de la Física, Caly.
- Vygotski, L.S. (1984) "Aprendizaje y desarrollo intelectual en edad escolar" en: Infancia y Aprendizaje 27/28 pp.105-116. Publicación original 1956.
- Willis, P. (1976) "The class significance of counter school culture" en: P.Woods & M.Hammersley The Process of Schooling, London, The Open University Press.
- Willis, P. (1977) Learning to labor. How working class kids get working class jobs, Londres, L.Gowet.
- Yager, R.E. y J.E. Penick (1983) "Analisis of the current problems with school science in the USA" en: European Journal of Science Education Vol. 5.
- Young, M. (ed.) (1971) Knowledge and control: New directions for the sociology of education, Londres, Collier MacMillan.



En México como en otros lugares, las grandes reformas educativas como fue, en este caso, la Reforma Educativa del periodo gachupinista, surgieron de un proceso pedagógico y de evaluación que se desarrolló en un contexto social y político ya que el fenómeno educativo es natural, social, está a la orden del día y es un fenómeno tradicional.

### LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS NATURALES PARA LA EDUCACION PRIMARIA DE MEXICO.

Se presenta una breve descripción del momento político en que son concebidos los Libros de Texto de Ciencias Naturales de la Reforma Educativa en México, la forma en que se realizan, los objetivos que persiguen y las concepciones implícitas y explícitas que sostienen. De esta manera se trata de dar algunos elementos de lo que eran las pretensiones del proyecto de enseñanza para los autores de los libros y algunas de las concepciones que se plasman en los libros, para confrontarlas con la práctica escolar en donde los textos son un instrumento importante como referente para la realización de actividades experimentales. Al final se reseñan algunas investigaciones que se han hecho en México, y en particular en el Departamento de Investigaciones Educativas sobre la forma como se enseñan las ciencias naturales en la escuela primaria.

El discurso ideológico del gobierno pierde eficiencia como fin de los años, ya no había apoyo en la población post-revolucionaria ni en las pequeñas concepciones de los actores sociales durante el periodo.

## 1.-BREVE DESCRIPCION DEL CONTEXTO SOCIO-POLITICO DE LA REFORMA EDUCATIVA.

En México como en otros lugares, las grandes decisiones educativas, como fue, en este caso, la Reforma Educativa del periodo echeverrista, decretada en 1971, no surgen de análisis pedagógicos ni de evaluaciones sobre la enseñanza. Tienen un carácter esencialmente político ya que el fenómeno educativo, de naturaleza social, atañe a la selección del tipo de conocimientos, tradiciones, valores, y visión cultural e histórica que se decide transmitir a las nuevas generaciones en un país.

En México el carácter político de estas decisiones es mucho más claro ya que el desarrollo de la educación pública desde 1920 ha tenido una estrecha relación con los proyectos del Estado, integrándose tanto a su acción práctica como a su explicación ideológica, articulándose, por otro lado, con la vida social y siendo influida por los procesos colectivos (Fuentes 1979).

Por esta razón interesa hacer una breve ubicación del contexto económico y político en el que surge el proyecto de Reforma Educativa que dió lugar a los textos básicos de enseñanza de las ciencias naturales que en su mayor parte (4º, 5º y 6º grados) están vigentes en las escuelas primarias mexicanas, desde 1974.

El discurso ideológico del gobierno pierde eficiencia desde finales de los 60, ya no podía apoyarse en el populismo postrevolucionario ni en las pequeñas concesiones económicas otorgadas a los sectores populares durante las décadas

precedentes, debido al deterioro económico nacional y estatal. Disminuyeron las bases de apoyo del sistema, la credibilidad en el gobierno y se deterioraron los mecanismos de control. Echeverría fue elegido presidente con sólo un 21% del padrón electoral (Pereyra 1974).

El movimiento estudiantil de 1968 tuvo repercusiones sobre la conciencia popular más allá de los sectores medios e intelectuales, que fueron sus principios protagonistas. Se mostró la incapacidad oficial de convencer y la necesidad que tuvo el gobierno de acudir a la represión para controlar el descontento.

A nivel educativo la visión mítica sostenida en el discurso pedagógico preecheverrista, la orientación y selección de contenidos, propia del preceptor decimonónico (Fuentes 79), de los textos básicos de educación primaria elaborados en el periodo del presidente Adolfo López Mateos, no correspondía a las necesidades de una sociedad que se había modernizado económicamente y en sus estilos de vida (aunque de manera desigual).

En este marco, Echeverría propuso una Reforma Educativa como parte importante de una serie de medidas para reconstruir la legitimidad perdida y revitalizar la ideología oficial con un discurso nacionalista más actualizado. En presentación pública el Secretario de Educación Pública, Víctor Bravo Ahuja, habló de la Reforma Educativa como una respuesta a la necesidad de "readecuar la filosofía del artículo 3º constitucional al crecimiento del país, de sostener un pluralismo político y cultural e impulsar un enfoque democrático en la política educativa del régimen por la

modernización de las formas de vida y de conciencia social" (Bravo A. 1975).

Para diseñar los programas y realizar los textos de la Reforma Educativa se incorporó a sectores de la intelectualidad como son investigadores de las diferentes áreas de conocimiento provenientes de los centros de estudio superiores (El Colegio de México, UNAM e IPN), muchos de los cuales habían tenido una posición crítica al gobierno. De esta manera quitó de manos de la dirección del sindicato del magisterio (SNTE), de los viejos sectores de la burocracia normalista y de la Secretaría de Educación Pública, el control sobre este importante instrumento político e ideológico.

Cuando los nuevos textos fueron distribuidos a las escuelas los sectores sindicales y burocráticos que habían sido desplazados asumieron la capacitación del magisterio y alimentaron el descontento natural de los docentes frente a un cambio impuesto verticalmente.

Los nuevos Libros de Texto de primaria, y en particular los de ciencias naturales, aportaron elementos de modernización científica y pedagógica al discurso educativo al plantear, por un lado, la actualización de la información y la metodología científica y una mayor vinculación con las características y necesidades de la sociedad actual, y por otro, al considerar el aprendizaje como resultado del propio quehacer del educando y sostener la necesidad de desarrollar habilidades que formen una capacidad crítica y creativa en los niños para que obtengan un

conocimiento más "racional" del medio que les rodea y de sí mismos (Gutiérrez-Vázquez, 1975).

La línea modernizante de los textos también encontró resistencia en los sectores más conservadores de la sociedad que rechazaban el laicismo de los textos (que plantean, por ejemplo, la visión biológica de la evolución), lo que llamaron un enfoque socializante de los libros de ciencias sociales y, sobre todo, la inclusión de la educación sexual desde los primeros años de la primaria.

Este rechazo fue utilizado como bandera por grupos de la iniciativa privada para organizar el descontento social (a través de la Unión de Padres de Familia) y ejercer una presión contra el gobierno que les permitiera frenar la reforma fiscal que el régimen trataba de implementar. Con la reforma fiscal el Estado pretendía afectar parte de los recursos que obtenía el capital para desarrollar algunos planes de beneficio social y así tratar de ganar consenso y contribuir a mejorar las condiciones del mercado interno. La reforma fiscal fue frenada y las protestas contra los Libros de Texto cesaron. El gobierno aceptó solamente hacer pequeñas modificaciones al libro de 6º año de Ciencias Sociales.

El trabajo colectivo fue una de las características importantes del desarrollo del proyecto. En ese momento se discutieron las orientaciones generales sobre el enfoque pedagógico.

El trabajo colectivo fue una de las características importantes del desarrollo del proyecto. En ese momento se discutieron las orientaciones generales sobre el enfoque pedagógico.

## 2.- ELEMENTOS SOBRE LA ORIENTACION PSICOLOGICA Y EPISTEMOLOGICA DE LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS NATURALES.

En el plano pedagógico interesa situar los Libros de Texto, de Ciencias Naturales en relación a las corrientes educativas del movimiento innovador del que formaron parte, aunque con algunos años de retraso. Se analizarán tanto sus pretensiones y postulados explícitos como la posición que se puede derivar de la forma concreta en que son desarrollados sus contenidos.

A fines de 1971 por convenio con la Secretaría de Educación Pública, al Departamento de Investigaciones Educativas del IPN le fue encargado el diseño de un nuevo currículo para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria y la elaboración de nuevos Libros de Texto de Ciencias Naturales para niños y docentes. Se integró un equipo de 7 u 8 científicos (1), uno o dos psicólogos y pedagogos con experiencia práctica, un antropólogo y varios maestros de primaria, cuyo número varió según el momento, todos bajo la coordinación de Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez. Fué importante la integración de artistas: fotógrafos e ilustradores al trabajo de concepción y realización de los libros para presentar una imagen plástica que siendo adecuada a los temas tuviera un fuerte carácter nacional y recogiera las manifestaciones de nuestra cultura y del arte universal.

El trabajo colectivo fue una de las características importantes del desarrollo del proyecto. En equipo se discutían las orientaciones generales sobre el enfoque pedagógico para que

los científicos después elaboraran las propuestas de contenidos por disciplinas y la estructura para los 6 grados de primaria. En equipo se integraban los contenidos por lección de cada grado escolar y cada especialista elaboraba las lecciones que le correspondían. Se llegaban a hacer hasta 11 versiones de una lección, versiones que incluían varias revisiones en el equipo de autores, experimentación en las escuelas, la supervisión con expertos de cada tema y el trabajo gráfico con fotógrafos, ilustradores y formadores.

La posibilidad de que un equipo interdisciplinario hiciera todo el trabajo de los textos desde su concepción ideológica y su realización práctica hasta la presentación gráfica y la revisión de la impresión y que, además, el mismo equipo concibiera y elaborara los programas y el material de apoyo a maestros, contribuyó a la coherencia del material didáctico de la Reforma. Esta situación no volvió a repetirse en proyectos educativos de la SEP en años posteriores.

Entre 1972 y 1974 se realizaron las primeras ediciones de los Libros de Ciencias Naturales de 1º a 6º grados para el niño y otros seis textos denominados Auxiliares Didácticos para el Maestro que cumplían las funciones de programa y de apoyo didáctico para el docente, aportando información complementaria y sugerencias didácticas. En los mismos años se fueron haciendo revisiones de las primeras ediciones.

En el periodo de López Portillo se encargó a otros equipos la elaboración de nuevos libros "integrados" para 1º y 2º grados que

vinculaban todas las áreas de enseñanza. Se hicieron nuevos programas integrando en un solo libro para el maestro las cuatro áreas básicas y cuatro complementarias pero disminuyendo la información y orientaciones metodológicas que contenían los auxiliares didácticos anteriores. En este periodo se encargó a Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez la elaboración de un nuevo Libro de Ciencias Naturales para tercer grado. Aparte de algunas mejoras técnicas como integrar más los contenidos y desarrollar 8 unidades en vez de 22 lecciones que tenía el libro anterior, este libro tiene la misma orientación de la enseñanza de la ciencia que los textos de la Reforma.

Por tanto los textos de Ciencias Naturales de 3º a 6º grados que se utilizan actualmente en las escuelas primarias del país tienen un mismo enfoque pedagógico. En una carta elaborada por Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez (1977) dirigida al Lic. Agustín Yañez, entonces presidente de la Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos, se presenta un buen resumen de los postulados de los Textos de Ciencias Naturales, que aparecían también en la introducción de los auxiliares didácticos.

"Puede hacerse una mención muy breve de las bases teóricas del nuevo currículum de ciencias naturales diciendo que, cuando menos para el grupo de edad de 6 a 14 años, se debe llegar a los conceptos, habilidades y aptitudes a través de investigaciones y actividades; que el alumno llega al conocimiento gracias a su propio quehacer; que aprende cuando se interesa y participa en el proceso; que el contenido más relevante debe consistir de principios generales, conceptos básicos y estructuras; que debe progresarse siempre de lo sencillo a lo complejo, de lo particular a lo general, de lo cercano a lo lejano,



de lo inmediato a lo mediato y de lo concreto a lo abstracto; que la ciencia está formada no solamente por lo que el hombre ya sabe, sino por los procedimientos que le permiten averiguar lo que no sabe; que el aprendizaje no consiste en la mera adquisición de conocimientos, sino en una modificación permanente o duradera de la manera de pensar y de hacer en función de los conocimientos que se adquieren, lo cual involucra cambios en el comportamiento, en las actitudes, en las habilidades, en las aptitudes, en la capacidad, en la comprensión y/o en el juicio o criterio personal.

En cuanto a los componentes curriculares más conspicuos podría mencionarse a las investigaciones, a través de las cuales los alumnos adquieren habilidades y arriban a conceptos y principios generales; el manejo permanente de preguntas, que desarrollan el ejercicio de una mentalidad y una actitud inquisitivas y analíticas; el desarrollo de habilidades características del quehacer científico, tales como observar, registrar, explicar, experimentar, distinguir, consultar, comprobar, enunciar, etc.; el trabajo en equipos, que desarrolla en los alumnos la participación, la colaboración, la coordinación de esfuerzos, la ayuda mutua y la responsabilidad personal hacia la comunidad; las discusiones permanentes, que estimulan el desarrollo de habilidades y actitudes de crítica y cuestionamiento; las ilustraciones, que constituyen un imprescindible elemento de búsqueda, de análisis, de desarrollo de las habilidades de observación, de búsqueda y de discriminación, y que nunca son meras "ilustraciones"; la evaluación del trabajo escolar, no basada en pruebas y exámenes sino en valorar la participación del educando en el proceso todo del aprendizaje.

La ciencia se presenta en los libros integrada. No interesa en ellos las asignaturas, la ciencia por sí misma; interesa el manejo de la información y de los procedimientos de la ciencia para estudiar, comprender y modificar favorablemente los fenómenos naturales que nos rodean y los procesos en que todo esto se aplican para beneficio del hombre. Los libros presentan la ciencia como la ciencia realmente es: un fenómeno social, un quehacer del hombre inmerso en su cultura, en su modo de vida".

Algunos de los planteamientos centrales de los Libros de Texto de primaria para la enseñanza de las ciencias naturales, que

pueden derivarse de aquí, son los siguientes:

con 1) El aprendizaje de los niños se plantea como producto de "su propio quehacer", en contraposición con la concepción de aprendizaje como memorización de conceptos leyes y hechos ya elaborados.

con 2) La realización de investigaciones y actividades para desarrollar habilidades y "llegar a los conceptos".

con 3) La concepción de ciencia como un conjunto de saberes acumulados ("lo que el hombre ya sabe") y "los procedimientos que le permiten averiguar lo que no sabe".

con 4) La ciencia como una integración de disciplinas para comprender y modificar los fenómenos y procesos en beneficio del hombre.

con 5) La ciencia como un fenómeno social y cultural que tiene que ver con la vida cotidiana y que se relaciona con el desarrollo de la sociedad.

con 6) El trabajo en equipos para desarrollar en los alumnos actitudes de participación, colaboración, coordinación de esfuerzos, de crítica y cuestionamiento.

con 7) La evaluación del trabajo escolar entendido como la participación en un proceso y no como un momento de repetición de datos.

Estos planteamientos tienen contradicciones con la forma en que son desarrollados los contenidos y la estructura de los libros: contradicciones observadas a la luz de los avances actuales de la investigación pedagógica. Estas contradicciones

también son un reflejo de las diferencias entre lo que son las concepciones explícitas planteadas en los textos y lo que en la práctica se elaboró, reproduciendo muchas de las concepciones con las que habían sido formados los autores.

Si bien representa un avance concebir el aprendizaje como producto del propio quehacer del alumno, al suponer que de esta confrontación con el experimento el alumno va "a llegar a los conceptos" básicos que actualmente maneja la ciencia, se ignora que sus conocimientos y concepciones previas y el nivel de desarrollo de sus estructuras cognitivas pueden deformar su observación e interpretación, e incluso impedirle llegar a las conclusiones de la ciencia, a pesar de ser guiado para ello.

Los temas los elaboró cada especialista partiendo de los conceptos científicos que se consideraban más básicos, para ampliarlos, en grados sucesivos, con conceptos cada vez más complejos desde el punto de vista de la ciencia. Estos contenidos generalmente se presentan a través de actividades para que fueran realizadas por los alumnos. Para ver más explícitamente un ejemplo ilustrativo, se analiza el tema de "la luz", que es uno de los seis temas de física que se incluyeron de primero a sexto grado. Los contenidos desarrollados son los siguientes:

1º grado El sentido de la vista

El sol como fuente de luz y calor

Sin luz no vemos las cosas

La luz viaja en línea recta

El día y la noche

- 29 grado La luz viaja en línea recta
- La luz se refleja en los objetos
- Hay objetos que reflejan mas luz que otros (objetos opacos y transparentes)
- 39 grado La luz viaja en línea recta
- Hay objetos luminosos e iluminados
- La luz se refleja
- Para ver necesitamos que la luz llegue a nuestros ojos
- Hay objetos transparentes, translúcidos y opacos
- Los diferentes colores reflejan distinta cantidad de luz
- 49 grado La luz se refracta

El funcionamiento del ojo

Los lentes

Cámara fotográfica

Telescopio y microscopio

- 59 grado Descomposición de la luz blanca

Combinación de colores por adición y sustracción

Relación de los colores con la reflexión de la luz.

Esta estructura curricular que desarrolla los conceptos básicos de un tema científico en espiral de "lo simple a lo complejo", "de lo cercano a lo lejano", "de lo concreto a lo abstracto", supone que el niño es como un libro en blanco donde se van acumulando conceptos cada vez mas complejos y abstractos por simple adición de datos que entran a la mente del alumno tal como son presentados desde el exterior.

Dentro de las corrientes psicológicas y pedagógicas de los 60 existen concepciones que se distinguen, sobre todo, en la caracterización de dos aspectos centrales: la estructura de la materia y los objetivos educativos. Se hará referencia a dos de los principales teóricos del periodo: Robert Gagné y Jerome Bruner para ubicar los Libros de Texto con respecto al conductismo y al cognoscitivismo.

Acerca de la estructura de la materia Bruner (1960) plantea la necesidad de relacionar la estructura disciplinaria con la estructura cognitiva del niño. Para esto propone que el programa incluya actividades poco detalladas que den la oportunidad de que el alumno correlacione sus patrones intelectuales con los datos que puede percibir del exterior. Sostiene que así el alumno puede encontrar incongruencias entre lo que piensa y lo que observa. Estas incongruencias las puede resolver "descubriendo" un nuevo concepto. Para Bruner las estructuras intelectuales son como patrones que el individuo siempre posee aunque sea intuitivamente y el descubrimiento es la reorganización interna de estos patrones intuitivos. Por eso plantea la necesidad de poner a los alumnos a resolver problemas para que de ahí intuyan las ideas básicas, los conceptos, principios, etc. de la ciencia (Bruner, 1960).

Para Gagné (1970) teórico del neo-conductismo, el niño aprende por adición de capacidades, para lo cual debe ser guiado paso por paso. Gagné plantea que hay que distinguir entre contenidos y habilidades intelectuales y que es más importante el aprendizaje de las habilidades intelectuales que el de los contenidos por su

valor a largo plazo en la ciencia y la posibilidad de transferir este aprendizaje a otros campos. Establece una jerarquía de aprendizaje de lo más simple (respuestas condicionadas) a lo más complejo (resolución de problemas), con la que construye una pirámide que hay que seguir en la enseñanza para que el alumno desarrolle capacidades, guiado a través de las experiencias adecuadas (Pinchas y Shulmann, 1973). La concepción en este caso es puramente empirista. El alumno asimila lógicamente el objeto de estudio si éste está lógicamente estructurado, lo cual supone que el alumno no tiene concepciones y estructuras desde donde puede asimilar más o menos deformadamente la realidad.

En los Libros de Texto de Ciencias Naturales de la Reforma generalmente tanto los problemas como el procedimiento y las respuestas están dados. Se concibe de antemano lo que los alumnos pueden observar y concluir en las actividades, la forma en que lo pueden relacionar con otras experiencias y la construcción que pueden ir haciendo a partir de la adición de estos elementos.

El desarrollo del contenido de los Libros de Texto se ubica entre las posiciones de Bruner y las de Gagné ya que por un lado se pretende transmitir al niño las "ideas básicas de la estructura de las disciplinas", mientras que por otro lado se organiza la adquisición detallando las actividades, las preguntas, las referencias al medio extraescolar y a la experiencia de los niños que se pueden incorporar. En los libros se proponía el contenido y la forma de trabajo como sugerencia para ser adaptado, en la práctica, al desarrollo del trabajo en el aula. Pero esto no

siempre se tomaba en cuenta, sobre todo considerando que los maestros no conocían muchos de los contenidos propuestos. Se puede distinguir cierta tendencia empirista en los libros porque no se toma en cuenta el complejo proceso de construcción del conocimiento científico, presentando los resultados como si estos fueran aprensibles con sólo observarse un fenómeno o mencionarse un concepto.

En cuanto a los objetivos de la enseñanza de la ciencia, también hay diferencia entre los planteamientos de Bruner y los de Gagné. Para el primero, el conocimiento es un proceso y no un producto y lo importante es enseñar al niño a participar en este proceso más que aprender los productos del proceso; por eso Bruner insiste en que "hay que dejar solo al niño" y que son mejores los "errores" que él comete que las respuestas "correctas" del maestro o del libro (Shulmann, 1968). Para Gagné, por el contrario, lo importante es el "aprendizaje" y no la forma de aprender, las capacidades adquiridas y no el proceso para adquirirlas y, por tanto, enfatiza en que se adquirieran los productos del proceso y para asegurarlo considera necesario llevar al alumno de la mano, asegurando cada paso que da. Estos productos pueden ser funciones, habilidades o contenidos definidos de antemano.

En los Libros de Texto el énfasis está puesto en los productos (los conceptos de la ciencia, las habilidades y las actitudes) frente a los procesos (como que el niño confronte sus ideas con la realidad aunque cometa "errores" en el proceso y en las conclusiones). Esto se puede deducir, por ejemplo, de la

preocupación por dar las conclusiones "correctas" después de haber planteado la realización de una actividad. En este sentido se acerca más a las posiciones de Gagné. Sin embargo, la preocupación porque los alumnos realicen las actividades, porque hagan preguntas, porque discutan entre ellos y la importancia que se da en los libros al papel formativo del trabajo en equipos, pone el acento en el proceso de reflexión y confrontación de concepciones, más que en los productos. Una evidencia de que había un interés especial por promover los procesos de reflexión propios en los niños es que en los Libros de Texto de Ciencias Naturales 90.8% de las actividades experimentales son planteadas como resolución de problemas (esto es que el concepto se menciona después de haber sido propuesta la actividad). Sólo 9.2% de las actividades experimentales se presentan como demostraciones de conceptos previamente expuestos (2)(Ramírez 1982).

Aunque el planteamiento de los libros tiene ciertas tendencias empiristas, al proponer algunas formas de trabajo que abren la posibilidad de expresar concepciones alternativas y confrontarlas con otras, se pueden facilitar los procesos de reflexión sobre el contenido y la construcción propia del conocimiento.

Esto no quiere decir que los autores estuvieran conscientes de estas posiciones ya que, por ejemplo, en principio se rechazaban los planteamientos conductistas que consideran al niño como una caja negra donde se mete un estímulo y se obtiene una respuesta ignorando las condiciones intelectuales, cognitivas y afectivas que intervienen en el proceso de aprendizaje. Por esta razón en



los libros se habla del interés del niño como factor fundamental del aprendizaje y se procura estimularlo. También se pretende tomar en cuenta las ideas y experiencia de los alumnos partiendo de preguntas que permitan conocer lo que ya saben y lo que creen. Se busca hacer conciencia en el maestro sobre las diferencias individuales en el aprendizaje y sobre la forma de manifestar el conocimiento para que se haga una evaluación flexible permanente y diferencial. Sin embargo la falta de desarrollo de la investigación en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales a nivel mundial y, sobre todo en México, el enfoque empirista que dominaba en los materiales innovadores que se conocían y, la concepción empirista con la que habían sido formados los autores, condujo en la práctica, a reproducir, en buena medida, la forma como se había aprendido.

Con respecto a la concepción de la ciencia, en los auxiliares didácticos se afirma que: "los conocimientos científicos se modifican constantemente de acuerdo con los resultados que los hombres de ciencia obtienen con sus investigaciones en todo el mundo" (ADCN 69 año 1975), y por tanto se afirma que la ciencia no es un cuerpo acabado de conocimientos, sino un proceso continuo de búsqueda donde los "métodos básicos se mantienen"; de aquí que aprender "a manejar estos métodos" pueda ser útil para la clase de Ciencias Naturales y para "muchísimas situaciones de la vida diaria".

En la descripción del desarrollo de un tema de física, como es la luz en las lecciones de primero a quinto, puede verse que en

los libros se habla del interés del niño como factor fundamental del aprendizaje y se procura estimularlo. También se pretende tomar en cuenta las ideas y experiencia de los alumnos partiendo de preguntas que permitan conocer lo que ya saben y lo que creen. Se busca hacer conciencia en el maestro sobre las diferencias individuales en el aprendizaje y sobre la forma de manifestar el conocimiento para que se haga una evaluación flexible permanente y diferencial. Sin embargo la falta de desarrollo de la investigación en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales a nivel mundial y, sobre todo en México, el enfoque empirista que dominaba en los materiales innovadores que se conocían y, la concepción empirista con la que habían sido formados los autores, condujo en la práctica, a reproducir, en buena medida, la forma como se había aprendido.

Con respecto a la concepción de la ciencia, en los auxiliares didácticos se afirma que: "los conocimientos científicos se modifican constantemente de acuerdo con los resultados que los hombres de ciencia obtienen con sus investigaciones en todo el mundo" (ADCN 69 año 1975), y por tanto se afirma que la ciencia no es un cuerpo acabado de conocimientos, sino un proceso continuo de búsqueda donde los "métodos básicos se mantienen"; de aquí que aprender "a manejar estos métodos" pueda ser útil para la clase de Ciencias Naturales y para "muchísimas situaciones de la vida diaria".

En la descripción del desarrollo de un tema de física, como es la luz en las lecciones de primero a quinto, puede verse que en

general no se integran de contenidos de distintas disciplinas, ya que incluso en la estructura de los libros se separaron los distintos campos de una misma disciplina. Sólo se integraron contenidos ahí donde los propios temas se prestaban como: "la energía", "el trabajo", "cómo cambian las cosas", "ciencia y sociedad".

La influencia del movimiento de 1968 sobre la mayor parte de los autores de los Libros de Texto de Ciencias Naturales contribuyó para que se presentara a la ciencia como un fenómeno social, antes de que adquirieran importancia a nivel internacional las corrientes de "ciencia y sociedad". En los libros se intenta partir de las experiencias cotidianas y vincularlas con el desarrollo general de la sociedad. Los libros transmiten una preocupación porque los niños reconozcan que el desarrollo de la ciencia depende en cierto sentido del desarrollo de la sociedad y que a su vez influye sobre éste. Se trata de que los alumnos también observen algunos problemas sociales, como son la conservación de los recursos naturales, las causas de la contaminación y sus efectos sobre la salud y el medio ambiente, los efectos positivos y negativos del desarrollo de las máquinas cuando no hay un proyecto social que priorice el beneficio de los hombres sobre la ganancia individual, la importancia de la acción organizada para impulsar cambios sociales y modificar la naturaleza de manera racional en función del interés colectivo.

Los libros también transmiten una preocupación por un desarrollo afectivo sano y equilibrado de los niños al tratar

temas como la necesidad de comunicación de sentimientos y afectos (69 grado), los cambios psicológicos, físicos y emocionales relacionados con la adolescencia y la afectividad involucrada en las relaciones sexuales, que no eran temas tradicionalmente abordados en la escuela y, sin embargo, resultan de mucha importancia para los alumnos, sobre todo en los últimos años de la primaria.

Los Libros de Ciencias Naturales muestran una especial preocupación por presentar una imagen nacionalista y democrática, tanto en los temas incluidos como en la presentación plástica, la que permite un reconocimiento de las múltiples y ricas facetas naturales y culturales de nuestro país, para que cada niño encuentre algo en sus textos que le permita reconocer su medio ambiente cercano y, al mismo tiempo, que los libros le describan visualmente su país y lo familiaricen con las manifestaciones de la cultura plástica universal.

### 3.- ACERCANDONOS AL SALON DE CLASE.

Una vez terminados los Libros de Texto de Ciencias Naturales en el equipo que los elaboró quedó la inquietud por saber cómo era utilizado este material en el salón de clase.

Se realizaron algunas encuestas a niños y maestros que el mismo equipo aplicó durante reuniones de capacitación de maestros y en visitas a escuelas. Otra información de nivel nacional se

obtuvo de cuestionarios incluidos en los mismos Libros de Texto. Sin embargo la información así recogida resultaba muy pobre y poco confiable para sacar deducciones sobre lo que ocurría con los libros en el aula.

Se decidió basar el estudio en la observación del trabajo docente dentro del aula. En el Departamento de Investigaciones Educativas se realizó en el ciclo escolar 75-76 una investigación de carácter cualitativo para recoger la riqueza de la interacción entre el maestro y los alumnos a partir de registros descriptivos de carácter etnográfico. De esta investigación se obtuvieron entre otros los siguientes trabajos: "El Uso del Tiempo y de los Libros de Texto en Primaria" de Grecia Gálvez, Elsie Rockwell, Ruth Paradise y Silvia Sobrecasas (1981) y "La Enseñanza de las Ciencias Naturales en Cuatro Grupos de Primaria" de Elsie Rockwell / Grecia Gálvez (1981).

Se mencionarán algunos resultados de interés de éstos trabajos, aunque hay que tomar en cuenta que esta información fue recogida hace ya 12 años y algunos aspectos del trabajo escolar pueden haber cambiado.

En el primer estudio se encuentra:

- 1) Sólo el 27% del tiempo de clases se ocupa en actividades de enseñanza.
- 2) El porcentaje del tiempo dedicado a enseñanza parece aumentar en grados superiores (el estudio se hizo en 2º y 5º grado).
- 3) Del tiempo dedicado a enseñanza solamente un 7.4% se utiliza

para trabajar en el área de ciencias naturales, frente a un 51% del tiempo dedicado a español y un 17.6% a matemáticas.

4) Solamente un 38% de las actividades realizadas en el área de ciencias naturales corresponden a los contenidos tratados en los libros de texto.

5) Este porcentaje de actividades relacionadas con el texto es de 53% en 5º grado y nulo en los 2os. grados observados.

Estos resultados indican la poca importancia que se da a la enseñanza de las ciencias naturales en la primaria, sobre todo en los primeros años. Esta situación sigue existiendo en la actualidad en las escuelas primarias de México, y también es bastante común a nivel mundial. Si bien esto representa una dificultad para impulsar la enseñanza básica de las ciencias naturales, también se encuentra que al ser menor que en otras áreas la exigencia social (padres de familia) y administrativa (exámenes oficiales) de que los alumnos manejen una cierta cantidad de contenidos específicos, es mayor el margen de autonomía que tiene el maestro para abordar los temas del área. Esto representa en principio una ventaja para la innovación educativa al disminuir la presión de que se cubran programas y objetivos como ocurre con la enseñanza del español y las matemáticas.

En el trabajo de Elsie Rockwell y Grecia Gálvez: *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en Cuatro Grupos de Primaria*, se analizan de manera cualitativa las formas de transmisión del

conocimiento científico en el salón de clases de esta área. Las conclusiones de este estudio, que resultó el referente más importante para la elaboración de esta tesis, son las siguientes:

1) Importancia de no parcializar los estudios (tratando por separado contenidos, métodos o enseñanza de disciplina) para poder reconstruir las relaciones que dan cuenta del complejo proceso de la enseñanza de las ciencias.

2) Los conceptos científicos programados para la primaria suelen presentarse de manera implícita dentro de la compleja trama de exposición, interrogación y actividad que organiza el maestro, marcándose así los límites que definen a un concepto como conocimiento escolar.

3) En cualquier presentación coexisten elementos del sentido común con el contenido científico programado.

4) El texto escrito es el principal apoyo material en la clase, pero más que ser el texto el que estructura las formas de enseñanza, es la dinámica de la clase la que le asigna distintos usos al libro de texto.

5) De lo transmitido en la escuela no es posible inferir lo que aprendieron los alumnos, ya que el aprendizaje implica procesos cognitivos propios.

6) La presentación particular del contenido en el salón de clase sí define el límite de lo que es posible aprender a partir de la experiencia escolar.

7) La forma en que se presenta el contenido constituye el "conocimiento" específicamente escolar que excluye otras formas de

expresar o poseer conocimientos.

8) Cada estrategia o forma de enseñanza modifica el sentido del conocimiento.

9) Analizar la relación entre el contenido abstracto del programa y su forma de existir en el aula es prerequisite indispensable para tratar de relacionar "enseñanza" y "aprendizaje".

10) La relación entre las formas de transmisión del contenido y los procesos de razonamiento científico no se puede obtener a través de la calificación de un método o la cuantificación de cierto tipo de preguntas.

11) Las respuestas de los niños constituyen claves de su razonamiento.

12) Los alumnos atienden simultáneamente a un razonamiento que sigue la lógica del contenido presentado por la maestra y otro que sigue la lógica de la interacción misma.

13) Entre la lógica del contenido y la de la interacción existen contradicciones y se producen diferentes efectos de una sobre otra según el maestro y según el momento de la clase.

14) El conocimiento transmitido se integra y delimita no solo a través del esquema formal de presentación sino también a través de los elementos que caracterizan la trama de relaciones entre el maestro y los alumnos.

15) Por eso para analizar la enseñanza no bastan los aspectos formales. Es necesario tomar en cuenta el contenido, explícito e implícito que de las acciones en el contexto concreto en el que ocurren (Rockwell y Gálvez, 1981).



La riqueza de estos planteamientos abren todo un campo de investigación sobre la enseñanza en la escuela y, en particular, sobre la enseñanza de las ciencias naturales en el que se ubica el presente trabajo.

Durante el año escolar de 1978 en el mismo Departamento de Investigaciones Educativas y coordinada por Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez se realizó otra investigación diagnóstica sobre la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria (Gutiérrez-Vázquez, Nuñez 1980). Esta investigación también se basó en la observación de clases de ciencias naturales (88 clases) en 5 escuelas primarias. En este caso se pretende calificar el método (pasivo o activo), cuantificando siete tipos de actividades. También se definen estrategias de enseñanza (exposición magnética o exposición magistral) a través de la cuantificación de elementos como las preguntas (quién las hace), de qué tipo son (abiertas, semiabiertas o cerradas) y si son correctas o incorrectas. Se cuantifican las actividades de investigación y los contenidos abordados para ver si son propuestos por los libros, el maestro o los alumnos.

Aunque estos datos aportan cierta información sobre el uso de los textos en el aula y algunas características de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela, las categorías definidas remiten, en cierto sentido, al empirismo (dándole mucho peso a que las respuestas sean correctas), parcializan el estudio con categorías desconectadas (que en el proceso educativo están

articuladas) y adoptan un enfoque evaluativo, suponiendo que es posible seguir al pie de la letra las orientaciones del libro en la práctica educativa real. Por otro lado, la cuantificación de las actividades escolares, independientemente del contexto y de la trama de relaciones entre el maestro y los alumnos, puede llevar a interpretaciones parciales que probablemente distan mucho del significado de los elementos analizados para los sujetos concretos que viven el proceso educativo en cada situación específica. Se corre el riesgo de no comprender el significado de la experiencia escolar para los alumnos y el maestro ni lograr reconstruir su lógica, en la medida en que la determinación de estas categorías y elementos que se cuantifican, más bien nos remiten a un "deber ser" de la enseñanza, que al sentido que cada acción tiene en un momento concreto del proceso real.

Algunos resultado de este estudio son los siguientes:

- 1) En la clase de ciencias naturales el 45% del tiempo es empleado en enseñanza.
- 2) En 88 clases observadas a 30 maestros se realizarn 93 actividades de investigación.
- 3) De estas investigaciones 70% son realizadas en el aula, 13 de tarea y 9 son sólo leídas.
- 4) De las investigaciones realizadas en el aula cerca del 60% las hacen los alumnos y 40% las hace el maestro frente al grupo.
- 5) 69 de las 93 investigaciones son tomadas del libro de texto, 21 son propuestas por el maestro y 3 por los niños.
- 6) Solamente en 40 casos se manipulan objetos, en 29 ocasiones

solo se observa y los resultados solo se discuten en 2 oportunidades.

7) 18% de los conceptos elaborados en la clase se apoyan en investigaciones.

8) De estos conceptos elaborados a partir de las investigaciones 15% son elaborados por los alumnos solos, 73% por el maestro solo y 12% por el maestro con los alumnos.

9) El 92% de las preguntas son planteadas por el maestro y en su mayor parte (60%) son semiabiertas. De estas solo 7.1% son extraídas del libro.

10) De los temas tratados 29 son del libro de texto, 17 son propuestas por los maestros fuera del programa oficial y 1 es propuesto por los alumnos.

11) De los conceptos que se abordaron sólo 47% son del Libro de Texto y 53% no están en el Libro de Texto.

De aquí se puede ver, en primer lugar, que el Libro de Texto es la principal fuente de información para el trabajo escolar de ciencias naturales, aunque hay una buena proporción de actividades, preguntas y contenidos que son propuestos por los maestros fuera del programa oficial, probablemente manteniendo tradiciones de lo que los docentes consideran que los niños "deben saber" en cada grado escolar.

Se muestra la centralidad del maestro en la conducción de la interacción verbal (hace el 92% de las preguntas de las cuales sólo 7.1% son extraídas de los textos), pero también de aquí parecen abrirse nuevos espacios para la participación de los

alumnos en las actividades de enseñanza de ciencias naturales y, en particular, en las investigaciones. Resulta importante que la mayoría de las investigaciones sean realizadas en el aula, que en la mayor parte de los casos las hagan los alumnos, que en 40 de las 96 actividades se manipulen objetos y que 18% de los conceptos elaborados en clase se apoyen en investigaciones. Si bien esta situación pudiera no ser lo ideal, dista mucho de representar la tradición docente donde el maestro expone y los alumnos repiten, y en principio presenta posibilidades que los alumnos establezcan una relación distinta con el contenido.

Sin embargo, este tipo de estudio difícilmente permite sacar alguna conclusión clara sobre las características de la participación de los alumnos (si en solo dos ocasiones discuten los niños los resultados de las actividades ¿cómo se sabe que 15% de los conceptos son elaborados por ellos solos?) y menos aún sobre la posible relación de la enseñanza con la adquisición y comprensión de los conceptos que se pretende transmitir.

Otro trabajo que es un referente importante para esta investigación y que nos acerca al proceso de construcción del conocimiento en las prácticas cotidianas en la escuela es la tesis de maestría en Ciencias de la Educación de Verónica Edwards "Los sujetos y la construcción social del conocimiento escolar en primaria: un estudio etnográfico" realizada en el DIE (1985).

Aspectos importantes en este trabajo son los siguientes:

- 1) Se define a los alumnos y a los maestros como sujetos que se constituyen en lo social.

- 2) Se define el conocimiento escolar como una construcción social e histórica de la realidad, que se realiza en el salón de clase.
- 3) Se analiza cómo se constituye la situación escolar describiendo el uso del tiempo y el espacio que hacen los maestros en el aula y el quehacer de los alumnos en su relación cotidiana.
- 4) Tratando de vincular el contenido que se transmite con la forma de enseñanza y con la relación maestro-alumno, se describen las formas de conocimiento en la enseñanza y la relación de los sujetos con el conocimiento.
- 5) Se identifican tres formas de conocimiento tomando en cuenta la lógica del contenido y la lógica de la interacción. Estas formas de conocimiento son: el conocimiento tópico, el conocimiento como operación y el conocimiento situacional.
- 6) Se encuentra que se establece una relación de exterioridad del sujeto con las dos primeras formas de conocimiento y que el conocimiento situacional es el que permite al sujeto una mayor relación de interioridad.

Este trabajo aporta elementos para la definición de los sujetos en la escuela y del conocimiento escolar así como para destacar la vinculación que los constituye como tales. Pero no se comparte, con V. Edwards, la idea de que la forma de conocimiento presentada en el aula determine siempre la forma como se relacionan los sujetos con el conocimiento.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	MÉTRICAS ASOCIADAS (EJEMPLO)
1.1	Investigación de una tecnología específica para el estudio de...	1.1.1. ... 29 1.1.2. ... 1.1.3. ... 1.1.4. ... 1.1.5. ... 1.1.6. ...
1.2	Investigación del estado actual de los proyectos de...	1.2.1. ... 1.2.2. ...

Notas.

(1) Del que yo formé parte desde 1972.

(2) Estos datos son tomados de un trabajo de Oliva Ramirez realizado en la maestría del DIE donde se analizan las investigaciones (122) de física y química de los Libros de Texto Gratuitos de Ciencias Naturales de 1º a 6º grados, aplicando un instrumento de análisis elaborado por el Dr. Pinchas Tamir. Aquí suponemos que los porcentajes son similares al considerar el total de las investigaciones de los libros.

# Anexo B

## CUADRO I

### CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

CATEGORIA	RELACION CON EL CONTENIDO	ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS ALUMNOS
Demostraciones. (24)	D.1 Presentación de una evidencia parcial para hacer plausible lo afirmado (5)	D.1.1 Clasifican estampas de plantas fanerógamas y criptógamas. 5° 75-M
		D.1.2 Copian cuadro clasificando plantas y animales que traen, según donde viven y qué comen. 5° 75-L
		D.1.3 Tocarse el cuerpo y oír el corazón para tener evidencia de la existencia de huesos y del corazón. 3° 78-L
		D.1.4 Perciben a través de cada sentido propiedades de objetos después de explicada la función del sentido. 2° 75-L
		... D.1.5 Extraen clorofila picando hojas y poniéndolas en alcohol. ... 4° 78-L
	D.2 Presentación del efecto producido por una propiedad física de la materia. (14)	D.2.1 Leen el LT y ven el efecto del limón sobre los alimentos. 3° 78-L
		D.2.2 Empujan y frenan carritos y canicas y el maestro define fuerza por contacto. 5° 78-L
		D.2.3 Leen LT y observan el efecto de imán sobre alfileres. 5° 78-L
		D.2.4 Observan el efecto de atracción y repulsión entre polos de imanes. 5° 78-L
		D.2.5 Observan y ponen nombre a la atracción de papelitos con una regla frotada. Fuerza Eléctrica. 5° 78-L
		D.2.6 Observan atracción y repulsión de dos globos frotados. La maestra explica. 5° 78-L
		D.2.7 Leen el LT y el maestro dirige las conclusiones. 4° 85-L Comprueban suma de fuerzas jalando de una cuerda.
		.. D.2.8 Demuestran que el calor viaja después de leerlo en el LT y de que la maestra lo explique con las canicas en el alambre. 2° 78-L
		.. D.2.9 Demuestran que el calor viaja mejor por alambre que por madera, poniéndolos al calor de una vela. 2° 78-L
... D.2.10 Leen el LT y verifican que frotándose las manos se produce calor. 5° 75-L		
... D.2.11 Leen el LT y verifican que es necesario el O <sub>2</sub> para la combustión. 5° 75-L		
D.2.12 Miden la dirección y velocidad del viento a diferentes horas de la tarde. 4° 81-L		
.. D.2.13 Leen LT y clasifican efectos físicos mostrados, de acuerdo a la definición de cambio físicos. Se corta y estira una liga física. Se corta y estira una liga. 4° 85-L		
.. D.2.14 Leen LT y clasifican la combustión de acuerdo a la definición de cambio químico. Combustión de liga y de papel. 4° 85-L		
D.3 Modelos que presentan una analogía del fenómeno real mostrando generalmente la dinámica del mismo (5)	D.3.1 Leen el LT y discuten lo que es un fósil después de lo cual hacen una huella en yeso. 6° 85-L	
	.. D.3.2 Representan el Sistema Solar con los niños rotando y trasladándose alrededor de otro niño. ... 5° 85-M	
	... D.3.3 Demuestran, con papelitos rojos y blancos en periódico, que los blancos se confunden más con el medio. Mimetismo como un mecanismo de la evolución. Leyeron el LT y la maestra explica antes del experimento. 6° 78-L	
	... D.3.4 Demuestran el mecanismo de extracción del petróleo con inyección de aire, después de haberlo leído en el LT. 5° 78-L	
	D.3.5 Realizan un modelo de funcionamiento de los pulmones. Identifican partes y funciones después de leerlo en LT. 4° 78-L	
Resolución de problemas (12)	R.1 Identificación del objeto a través de una parte (1)	R.1.1 Ponen nombre e identifican características de plantas a través de una parte de ellas recolectada. 5° 75-M
	R.2 Inferencia de las propiedades por su función (1)	R.2.1 Identifican objetos a través de cada sentido y de ahí infieren la función de los sentidos. 3° 78-L
	R.3 Inferencia de propiedades físicas y explicación de fenómenos por relación entre variables (7)	R.3.1 Comparan, de tarea, pesos relativos de diferentes sustancias (densidad) 5° 78-L
		.. R.3.2 Ponen objetos de diferentes materiales al sol y especulan sobre cuál se calentará más y por qué. 2° 78-L
		... R.3.3 Infieren peso relativo de líquidos ejemplificando con petróleo y agua. ... 5° 78-L
	R.3.4 Explican el fenómeno de flotación con un huevo en agua de sal. 5° 85-L	
	... R.3.5 Leen el LT y observan la reacción química entre yodo y almidón con tuestigo (yodo con agua) ... 4° 78-L	
	... R.3.6 Identifican el almidón en los alimentos poniéndoles yodo. ... 4° 78-L	
	.. R.3.7 Explican la diferencia de presión del agua que sale por orificios verticales de un recipiente. 5° 85-L	
	R.4 Diseño de mecanismos para resolver situaciones problemáticas (1).	R.4.1 Diseñan máquinas simples para resolver situaciones de transportación de pesos. 6° 85-A
	R.5 Diseño de demostraciones experimentales para verificar una correlación física entre variables, a través de modelos propuestos (2).	.. R.5.1 Aluden a una experiencia extraescolar (presencia de bomba de aire en una pecera) para verificar la existencia necesaria de oxígeno en el agua para que vivan los peces. ... 5° 85-A
		.. R.5.2 Aluden a la correlación entre intensidad del calor y distancia a la fuente calorífica para hacer una analogía que explique por qué Plutón es el planeta más frío. ... 5° 85-A

Total: 36 actividades Experimentales tomadas de 21 clases de Ciencias Naturales

LT.- Libro de Texto Gratuito de Ciencias Naturales. La clave de cada actividad experimental indica en primer lugar si se trata de una demostración o resolución de un problema y después se enumeran las actividades dentro de cada categoría. Abajo se indica el grado escolar, el año en que se hizo la observación y si ésta es propuesta por el maestro (M), el libro de texto (L), o por los alumnos (A). Los puntos a la izquierda de la clave indican si se trata de actividades que se realizan dentro de una misma clase. El mismo número de puntos indican que pertenecen al mismo registro. Los 5 registros de 1975 son tomados del proyecto "Estudio Cualitativo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Cuatro Grupos de Primaria" Coordinado por Elsie Rockwell y Gracia Gálvez. El registro de 1981 fue tomado del proyecto "La Práctica Docente y su Contexto Institucional y Social" Coordinado por Elsie Rockwell. Los 10 registros de 1978 son tomados del proyecto "Diagnóstico de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria" Coordinado por Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez. Los 7 registros de 1985 son tomados del proyecto "Alternativas para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria" Coordinado por Antonia Candela.

# Anexo C

Observación de clase de Ciencias Naturales.

Escuela: Alberto Einstein.

Maestro: Marco.

Grupo: 5<sup>o</sup>

Fecha: abril 16 1985

Obs.: Antonia Candela

Duración: 1hr 15min

9:30

El salón está muy ordenado, todas las mesas con mantel y los niños muy serios. Marco me ofrece café con leche.

M. Vamos a empezar. La clase de hoy es...

Ao. Sistema solar.

M. Habíamos dejado que leyeran de tarea de la pág. 78 a la 86. Aparte de que leyeran les dije que me trajeran las dudas que tuviesen.

M. A ver, dudas.

Los alumnos permanecen callados.

M. ¿Nadie tiene dudas?

M. Lety.

Aa. Cuando la niña dice que estaba viendo el cielo ¿lo que soñó es verdad o era su pura imaginación?

M. Bueno, aquí vamos a empezar con lo siguiente: cuando Juanita y canica nos hablan que hay una estrella y...

Aos. Planetas (a coro)

Obs. Con estas preguntas va metiendo a los alumnos en una dinámica colectiva.

M. En todos los años les han hablado del...

Aos. Sistema solar (a coro)

M. Uds. han ido al planetario y lo que ahí vieron es lo que se imaginó Juanita.

¿Qué hay alrededor de la estrella?

Ao. Meteoritos, asteroides.

Ao. Cometas.



- Aa. Yo ví en una caricatura que también hay remolinos que se iban a comer a la Tierra.
- Ao. Hoyos negros.
- M. ¿Qué es un hoyo negro?
- Ao. Es un pedazo donde está una estrella que se apagó.
- M. Como un remolino dice (una alumna) o como un pedazo don de está una estrella que se apagó dice (el nombre de otro alumno)
- M. Bueno, vamos a ver ¿dónde está el Sistema Solar?
- Ao. En la galaxia.
- Aa. En la Vía Lactea.
- M. ¿Por qué se le dice a las Lunas satélites si no mandan señales?
- M. Bueno, aquí hay dos cosas un planeta y otros más chiquitos que se les dice satélites. Dentro de los satéli-tes hay naturales, que no los hizo el hombre, y el artificial que lo hizo el hombre.

9:38

- M. ¿Para qué son creados?
- Ao. Para transmitir señales de un país a otro.
- Ao. Para podernos comunicar.
- Aa. Para ver el tiempo.
- M. Si mandáramos señales también recibimos señales.
- M. En México ya tenemos nuestro satélite artificial.
- M. ¿Cuál es el satélite natural?
- Ao. La luna.
- M. ¿Qué hay en el Sistema Solar?
- Mencionan cometas, asteroides y el maestro los va dibujando.
- M. ¿Qué planetas tienen satélites?
- Mencionan cuáles.
- M. ¿Todos tienen?
- Dicen cuáles no.

M. Nos faltan los movimientos de la Tierra.

Aos. Rotación y traslación.

M. ¿En qué consiste el movimiento de traslación?

Ao. Que nos hace girar alrededor del Sol.

Ao. Provoca las estaciones.

M. ¿Qué es el movimiento de rotación?

Ao. Que la Tierra gira sobre su propio eje.

M. ¿Cómo es el eje?

Aos. Imaginario.

Obs. Es muy rápida la dinámica de preguntas y respuestas y la mayoría de los alumnos la van siguiendo y por el tipo de preguntas se ve que no solo siguen la lógica del maestro sino que van pensando sobre el contenido exponiendo sus propias dudas.

M. Así como la Tierra da vueltas alrededor del Sol, también lo hacen los planetas.

M. ¿Qué nos falta dibujar?

Los alumnos no entienden qué quiere.

M. Dibujar la trayectoria.

M. ¿Qué es esto? y dibuja en el pizarrón la órbita de la Tierra alrededor del Sol.

Ao. Su elíptica.

Ao. Su elipse.

El maestro no acepta estas respuestas, está esperando que digan "trayectoria" u "órbita"

M. Vamos a decirle su camino, para que me entiendan.

Los niños insisten.

Aa. Sus elípticas.

Los niños están callados y todos muy atentos tratando de entender qué quiere.

M. ¿Por qué no decimos que es circular?

M. ¿Un balón de fútbol es elíptico?

- Aos. No (a coro)
- M. ¿Y uno de americano?
- Aos. Sí (a coro)
- M. Entonces eso ¿cómo es? Saca un balón de fútbol y uno de americano y lo muestra.
- Ao. Achatado de los lados.
- M. Entonces eso es...
- Aos. Una elipse.
- M. Esto es... la órbita. Esa es la palabra que no podían decir.
- M. ¿Cómo es la órbita?
- Aos. Es elíptica.
- M. Ahora sí.
- Aa. ¿Qué es lo mismo el eje que la órbita maestro?
- Obs. Una alumna me pregunta que si no me canso de escribir. Le digo que un poco.
- Saca otra vez pelota redonda y pide que digan cuál es el eje de rotación.
- Ao. Los dedos.
- M. ¿Y la órbita?
- Aa. Es la misma pelota.
- M. Para que me entiendan, vamos a pensar que vamos en una bicicleta. Sus ruedas tienen su eje ¿cuál es la trayectoria?
- Ao. La distancia que recorre.
- 9:52
- A En un programa ví que el sol explota y deja gases. El maestro lo escucha pero no le hace caso.
- M. Todo lo que está en medio es el espacio...
- Ao. El cielo.
- M. El universo.
- M. Hay como unas nubes
- Aa. Negras.
- M. O grises, como sea son los asteroides y hay unas espe-

cie de nubes o de remolinos que se encuentra en el espacio que son los hoyos negros.

M. Todos los planetas tienen una función que consiste...

Aa. En girar alrededor del sol.

Empiezan a nombrar en orden los planetas y el maestro les va poniendo nombre en el pizarrón.

M. ¿Qué tiene cada uno?

Ao. Saturno tiene unos anillos.

M. ¿Cómo son? Como éste que traigo (muestra su anillo)

Ao. No grandotes.

Ao. Como un cinturón.

M. Después ¿qué tenemos?

Aos. Urano, Neptuno, Plutón.

M. Plutón es...

Aos. El más frío.

M. ¿El más qué?

Todos siguen muy rápido la dinámica de preguntas y respuestas. Aunque no todos hablan sí van siguiendo la clase.

Aos. El más lejano al sol.

Repiten esto todos a coro.

M. Mencionaban que era el más...

Ao. Frío.

M. ¿Por qué?

Ao. Porque no le llegan los rayos del sol.

Ao. ¿Está todo congelado como con nieve?

M. No exactamente.

M. ¿Quién me da un ejemplo?

Obs. No me queda claro como le entienden lo que quiere, pero una alumna contesta:

Aa. Por ejemplo, se hacen una fogata y está el día nublado y nos vamos alejando del fuego nos vamos enfriando y si nos acercamos nos vamos calentando.

M. Si, exacto, eso sería como el experimento.

M. A ver, quiero que me hagan el funcionamiento del Sistema Solar.

Obs. Van saliendo niños, unos voluntariamente y otros los elige el maestro.

M. J. Gabriel va a ser el Sol.

Obs. Se ríen porque Juan Gabriel es gordito y grande.

Todos los niños están muy atentos todo el tiempo y van siguiendo la clase.

M. ¿Cómo identificaríamos a Guillermo que es Saturno?

Ao. Con un aro.

M. Van viendo quién tendría más calor y quién más frío.

M. Aquí nos faltarían los planetas, los asteroides, los hoyos, etc.

Los alumnos van haciendo el movimiento de rotación y traslación.

Ao. Todos andamos por diferente lugar porque si no chocaríamos.

Ao. ¿Por qué no chocan?

M. ¿Qué guardan entre unos y otros?

Ao. Distancia.

M. Si se salen de su órbita sí llegarían a poder chocar.

M. ¿Por qué no gira así? (se mueve en la órbita rotando pero dando siempre la misma cara al sol)

Aa. Porque sólo le daría calor de un lado y del otro frío.

Ao. Porque solo habría estaciones de un lado.

Ao. Porque no habría día y noche.

M. Muy bien, pero a ver...

Hace el movimiento de rotación y traslación.

Ao. Porque hay los dos movimientos.

Obs. Parece que esa es la respuesta que esperaba el maestro.

Ao. ¿Qué pasaría si los planetas se pararan?

M. Se irían por el espacio. Dice el maestro después de pensar un momento.

- Aa. ¿Por qué no nos caemos?
- M. A ver, ¿quién sabe eso?
- Ao. Porque hay una fuerza magnética que nos sostiene a nosotros.
- Aa. Pero ¿quién sostiene a la Tierra?
- Aa. Porque al girar genera aire que la sostiene. Sale a explicarlo al frente del salón.
- Ao. Hay una fuerza magnética que nos jala para abajo.
- Ao. Como que la Luna nos tiene amarrados.
- Ao. Pero pesa más la Tierra y jalaría a la Luna.
- M. ¿Cómo se llama esa fuerza?
- Ao. Gravedad.
- M. ¿Está en todo el espacio?
- Ao. Pero a la Tierra no la puede sostener la gravedad porque está en ella misma.
- M. Gabriela dice que no se cae porque al estar girando genera aire que no la deja irse.
- Ao. Como usted dice hay gravedad en todo el espacio, y eso la sostiene como fuerza magnética.
- M. ¿Por qué magnética?
- Aos. Porque es una fuerza que atrae.
- Ao. ¿Por qué el imán no se pega a la madera?
- M. No lo sé, luego lo investigo.
- M. Pide ayuda Rodolfo.
- Yo le explico que las moléculas del fierro se orientan y eso no pasa con otros materiales, que es por las características que tiene ese material.
- M. ¿Por qué le llamamos Sistema Solar; como si fuera en Matemáticas?
- Ao. Porque es un conjunto.
- M. Es un conjunto de planetas.
- M. Cada elemento tiene una función ¿cuáles?
- Aos. Rotar y trasladarse.
- Ao. Maestro, si la Tierra girara muy rápido ¿se vería como

una luz que se prende y se apaga? Al principio el maestro no entiende bien qué quiere decir el alumno y le pide que explique más. Explica con orgullo como mostrando que se le ocurrió algo interesante y lo presumía.

Ao. Maestro, le quiero hacer una pregunta ¿por qué los imanes no se juntan de un lado?

M. Porque se repelen por ejemplo, si tu te quisieras casar con un hombre cuando seas grande se repelerían.

Empiezan a ver tamaños relativos de planetas.

Ao. ¿Por qué no tienen anillos otros planetas?

M. Porque se cree que entre Júpiter y Saturno había otro planeta que explotó y que en Saturno se fué juntando.

Ao. Si la Tierra saliera de su órbita ¿a qué velocidad saldría?

M. Dijimos que el universo es infinito, o sea, que saldría a una velocidad infinita.

Ao. ¿Cuál es el planeta que tiene agua aparte de la Tierra?

M. En los que haya vida como Venus y Marte, pero no se ha comprobado esto.

M. Una pregunta ¿ya se han explorado otros planetas?

Aos. Sí, Venus.

M. Bueno, se terminó la clase.

Obs. Se ve que los alumnos tienen mucha información del tema pero también muchas dudas e inquietudes. Estaban muy motivados y parecía que podían haber seguido preguntando muchas cosas.

# Anexo D

Observación de clase de Ciencias Naturales.

Escuela: Alberto Einstein.

Maestro: Rodolfo.

Grupo: 5°

Fecha: Abril 16 de 1985.

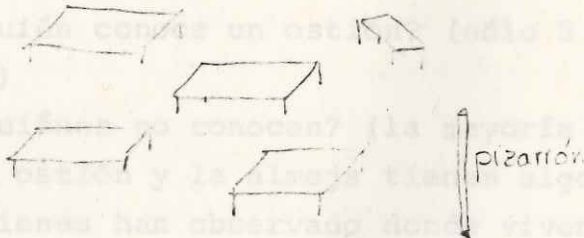
Tema: La vida en el agua.

Observación y registro: Norma Venegas

11:25

El maestro me presenta diciéndole a los niños que por ese día voy a observar su trabajo.

El grupo está organizado por equipos, hay cuatro equipos, los integran entre 9 y 11 niños.



M. Vamos a trabajar ahora, dijimos con el tema La vida en el agua.

Aos. Sacamos el libro.

M. No.

Aos. ¿Sacamos el libro maestro?

M. Bueno, si gustan pueden sacar su libro página 101.

Carlos ¡No! (gritando) El Pepe nunca trae nada.

M. Página 101, vamos a ver distintos seres que viven en el mar, hay algunos compañeros que en estas vacaciones se fueron a las playas, como su compañero Francisco que nos trajo esto (muestra al grupo unas conchitas) ¿qué son?

Aos. Conchitas.

M. ¿A dónde fuiste Francisco?

Ao. Yo fui al río de (no escucho el nombre)

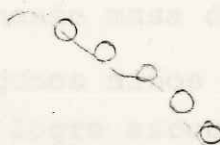
M. ¿Dónde las encontraste, o te las regalaron?

Ao. En la playa.

M. ¿Cómo estaban estas conchitas? ¿vivas?



- Ao. Se abrían y sacaban su lenguita.
- M. ¿Qué tenía?
- Ao. Tenían como perla
- M. Adentro ¿qué tenían?
- Ao. Un animalito.
- M. ¿Qué animalito?
- Ao. Una almeja (con expresión de que es muy obvio)
- M. ¿Pero se imaginaban que tenía algo adentro?
- Aos. Sííí.
- M. Y es un animalito que parece que no tiene vida. Este es uno de los seres que viven en el mar... El ostión también.
- M. ¿Quién conoce un ostión? (sólo 5 niños levantan la mano)
- M. ¿Quiénes no conocen? (la mayoría no los conoce)
- M. ¿El ostión y la almeja tienen algo en común? A ver, quienes han observado donde viven ¿están flotando?
- Aos. No, están en el fondo.
- M. Los ostiones flotan (parece que el maestro no escucha esto, pues continúa preguntando)
- Aos. Nooo.
- M. ¿Dónde viven, hasta el fondo? (con actitud de dar información)
- M. No, ¿saben dónde viven? No viven muy al fondo, estás viven pegadas a las rocas.
- M. Fíjense que ahora en vacaciones fuí a mi pueblo, mi primo que es un pescador sacó ostiones y para sacarlos usan un visor y una barreta.
- M. Miren -mientras habla dibuja en el pizarrón-:



Quando están pegadas parecen piedras.

Ao. ¿No se mueven?

Ao. ¿Y qué comen?

Ao. Pues comida (en el tonode ser obvio)

Ao. ¿Y cuál será su comida?

M. Generalmente se alimentan de plantitas, se abren y las digieren.

M. (Toma un periódico y lee el título) El mar, se acuerdan cuando vimos en Tiempo de Niños del poeta (dice el nombre, no escucho, lee un fragmento)

Esta Tierra debió llamarse mar...

Este poema lo menciona ya que comenta con el grupo que al planeta tiene  $3/4$  partes de agua, por lo que debió llamarse de otra manera y no Tierra.

M. Si uno está en el centro del mar, no se ve tierra. Se acuerdan que eso le sucedió a un navegante.

Aos. Cristobal Colón (generalmente son niños los que responden y lo hacen gritando)

M. Y sus tripulantes ¿estaban desesperados?

Ao. Porque el alimento se les terminaba.

M. ¿Y tenían esperanza?

Aos. Sííí

M. Bueno, esperanza de llegar, pero desesperados porque no veían tierra.

M. Con lo que sabemos ¿cómo sabemos qué tan profundo es el océano?

M. A ver Pepe préstame tu pelota (el maestro levanta la pelota que está pintada de blanco con algunas partes de azul y explica que lo blanco sería agua y lo azul tierra)

M. (Señalando) lo blanco es mar y lo azul tierra, este continente masa de tierra es sólida, el mar ¿lo será?

Algunos niños discuten si es posible atravesar el mar, no logro escuchar lo que dicen. Los niños que discuten son los que siempre participan.

Esteban. Si un hueso quiere ir para abajo no hay nada que se

lo impida y los puede traspasar -se refiere al mar-.

Ao. No puede porque hay arena.

Ao. ¡Ah! pero hasta abajo.

M. ¿Cuáles son las cosas importantes, que hacen diferentes la vida en la tierra y en el mar?

M. Con lo que uds. saben lo vamos a ir descubriendo y con lo que diga el libro.

M. ¿Creen que el mar es importante?

Ao. Sí, porque nos da alimentos, proteínas, agua, sal.

M. Características en el mar que no hay en la tierra, a ver compañeros ¿quién me quiere decir?

M. En el mar hay animales que en la tierra no hay, en el mar hay muchas riquezas para la nación (escribe en el pizarrón: animales que no hay en la tierra)

Ao. ¿Y ahí no hay hombres?

M. ¿Ustedes creen que los animales del mar vivan en la tierra? ustedes conocen la tortuga de tierra, ¿podría vivir en el agua?

Aos. Sííí (algunos dicen que no)

M. ¿Por qué puede vivir en el agua?

Ao. Porque tarda mucho tiempo en nadar

Esteban: Las tortugas de mar salen a la tierra, salen a des-  
hogar.

M. A desobar, pero ¿se queda a vivir en la tierra?

Aos. Nooo.

M. Claro que no, entonces lo que decía Norma es correcto (no registré lo que Norma decía)

Ao. También los hipopótamos nacen en el agua (afirmando)

Ao. ¡Ah! nomás porque salen en la tele dices eso (con tono de burla)

M. No, los hipopótamos son de tierra.

M. ¿En el mar no hay oxígeno?

Ao. ¿No?¿entonces cómo van a respirar los peces? ¿con tono incrédulo)

Pepe. Maestro, salen a respirar a la superficie y luego se meten, no hay? (oxígeno)

Ao. Sí hay oxígeno para los pescados (lo dice gritando)

Carlos. Sí hay oxígeno, si no se morirían los peces (en tono de impaciencia grita, parece enojado)

M. A ver Carlos, espérate (como controlandolo pero consecuente)

Carlos. Es que dice Pepe que toman agua, estaría como tú (en tono de burla)

Juan. No hay oxígeno porque no son personas.

Ao. Sí hay porque en el mercado yo vi una pecera que tiene un tubo que saca aire pues funciona con una bomba.

M. Entonces en el mar hay una bomba ¿no?

Ao. Nooo.

M. Las únicas que salen a respirar son las ballenas.

Ao. Y los delfines.

M. Que las ballenas salgan a tomar aire no quiere decir que todos los peces salgan.

M. ¿Ustedes saben quienes producen el oxígeno en la tierra?

Aos. Las plantas.

M. ¿En el mar hay plantas?

Aos. Si hay (a coro)

M. Entonces sí hay oxígeno (afirmando) sólo hay oxígeno para los animales (acuáticos) aquí hay (en la tierra) más es diferente, también las plantas son diferentes.

M. ¿Habrá oxígeno, aire en el agua?

Ao. Si hay porque las plantas son diferentes, es distinto porque nosotros no podemos respirar en el agua.

M. ¿Hay algún animal que altere el medio?

Aos. No, no igual.

El maestro explica que van a hacer el experimento que viene en el libro, les da una caja de leche de un litro y les dice que le hagan de un lado 5 hoyitos verticalmente.

11:44

En un equipo los niños se pelean con las niñas ya que todes quieren agujerar el bote.

El maestro pasa a cada equipo y agujeran los botes ya que solo hay un clavo.

M. Su trabajo va a consistir en observar y pensar lo que pasa (a cada equipo le da agua en un frasco)

Se escucha mucho ruido, algunos niños juegan en ese momento llegan un grupo de personas a hablar con el maestro, él les pide a los alumnos que lo esperen un momento, mientras atiende a las personas.

El maestro sale y el ruido aumenta.

Carlos. (Dirigiéndose a sus compañeros y gritando) silencio en la sala, que el burro va a hablar (otro niño grita lo mismo) (El maestro sólo se entretiene unos minutos)

M. Bueno, vamos a empezar, vamos a vaciar el agua al recipiente (repite varias veces las indicaciones, cada vez con voz más fuerte)

M. Van a poner mucha atención siempre pensando en el mar y en qué se parece esta situación al mar.

El maestro pasa con cada equipo para hacer el experimento, la mayoría de los integrantes están atentos viendo lo que pasa (registro uno de los equipos).

El maestro pone el bote de cartón en la orilla de la mesa y le echa el agua.

Ao. Hay más fuerza abajo (sorprendido)

M. Aquí hay tres chorritos ¿hay diferencia o no?

Aos. Sííí.

M. ¿Salen igual todos los chorritos?

Aos. Nooo.

Ya que terminó de pasar con todos los equipos, trata de hablar con el grupo pero no se escucha a pesar de que grita, ya que hay mucho ruido.

M. Bueno, miren ya me canse de gritar, voy a hablar despacio, si no me voy a cansar.

M. ¿Qué observaron?

Ao. Que los que están más abajo (chorro) salen más fuerte.

Ao. Tienen mayor potencia.

Ao. Parte de los hoyos no sale la misma cantidad de agua.

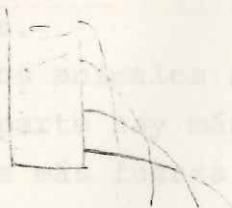
El maestro dibuja en el pizarrón:



Esteban: El agua va disminuyendo por eso sale menos fuerte (se refiere al primer chorro)

Esteban: Toda el agua va hacia abajo y por eso hay más fuerza y sale.

El maestro dibuja en el pizarrón:



más fuerza

M. ¿A qué se debe? (que haya más fuerza)

Ao. A la gravedad, la tierra es como un imán que va jalando el agua.

M. ¿Por qué sale más rápido?

Esteban: La de arriba empuja.

M. Claro, porque la de arriba empuja. ¿Qué opinas Carlos?

Carlos. Yo dije que la de abajo sale con más potencia.

Roberto. Arriba casi no cae porque es poca, por el peso del agua.

M. ¿Están de acuerdo con Roberto?

Dos niños. Sííí (el resto está distraído)

M. ¿Están de acuerdo con lo que dijo?

Aos. Sííí.

Ao. ¿En qué?

M. En que el agua de arriba se va para abajo ¿a qué se de  
be que la de abajo salga más fuerte?

Norma. Abajo se acumula todo el peso, el último soporta el  
peso de todos.

M. ¿Y esto qué tiene que ver con el mar?

Carlos. ¿Cómo? ya me hizo pelotas.

M. ¿Por qué? yo creía que te iba a aclarar (sonriendo)

M. ¿Cómo es el mar? (dibuja en el pizarrón)

M. A medida que uno se mete, es más profundo.

Pancho. Supongan que tiene capas.

M. Pancho, ¿tú por qué dices que tiene capas?

Norma. Porque hay varios animales y se acomodan según su me  
dio ambiente.

M. ¿Por qué esos animales se acomodan Lilian.

Lilian. En una parte hay más fuerza y en otra no

M. ¿Por qué hya más fuerza Paty?

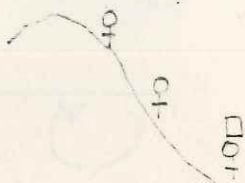
Paty. Porque aguanta el peso de las demás capas.

Ao. Hay animales que se van a las profundidades porque  
ahí hay alimentos que comen.

M. Hay más presión según las capas. Entonces si como di-  
ce Norma, hay animales que se acomodan según vivan me-  
jor. Hay animales de las profundidades que se acostum-  
bran a mayor peso.

M. Una vez fuí a la montaña de Guerrero y me dió una toce  
sita como esta alto, me dijeron que era la presión, ya  
que me acostumbré se me quitó.

(Dibuja en el pizarrón)



M. Aquí (señala) están cargando distinta presión ¿cuál cargará más?

Aos. El de abajo.

M. Sí verdad, este carga más.

Esteban. Igual que unos hombres que soportan más frío que otros.

12:15.

M. Bueno, ahora vamos a ver otro asuntito, se enfrió el agua (tiene en el escritorio una olla con agua, cuando se inició la clase dos niñas llegaron con ella, entonces estaba caliente)

M. Bueno, ni modo, a ver así, (sin experimento) En el mar igual que en el aire hay otra situación, ¿ustedes se acuerdan cómo se origina el aire, digo el viento?

Los niños no recuerdan, están atentos a lo que dice el maestro.

M. El aire frío baja y el caliente sube y se origina el viento.

M. ¿Cómo se origina en el mar algo parecido? ¿qué son las corrientes marinas?

Un niño interrumpe.

Ao. Maestro, Sara y Antonio están poniendo papelitos atrás, que se hallan quien sabe a dónde.

M. ¿Es cierto Sara? dejen de estar poniendo papelitos.

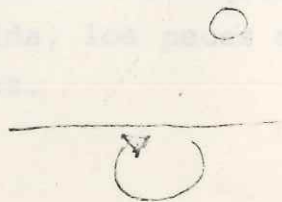
M. (Continua) como el mar está expuesto a los rayos del sol ¿dónde se calentaría más?

Aos. En la superficie (a coro)

M. ¿Y dónde está más frío?

Aos. En la profundidad.

El maestro dibuja en el pizarrón:





M. Cuando el agua se calienta, las moléculas se separan "y se hace menos pesada entonces sube". En el agua fría y caliente pasa lo mismo, esto se llama corrientes marinas "pues la caliente sube y la fría baja" este movimiento origina las olas (los alumnos ya están muy inquietos, el maestro grita para que lo escuchen)

M. El agua del mar está sujeta no solo a los rayos del sol, sino que a la luna que está más cerca de la tierra y que es más chiquita.

M. ¿Qué pasa?

Ao. La jala, pero la tierra es más grande y también la jala (a la luna)

M. Es cierto, que bueno que me recuerdas eso.

M. Bueno sí, pero como la luna la jala aumenta la marea, sube la marea.

M. Entonces todo lo visto lo llaman Medio Ambiente, está constituido por la corriente, la presión las olas. En ese medio viven los seres marinos, pueden ser animales o plantas y pueden vivir animales que parecen plantas como las esponjiarias.

M. El tiburón y el pez forman un sistema ecológico.

M. ¿Qué es? Es la relación de los seres vivos con su Medio Ambiente.

M. Para que este sistema ecológico exista ¿qué es necesario?

Esteban. Un equilibrio.

M. Un equilibrio ecológico, ustedes saben que hay muchos peces. ¿Qué pasaría si todos vivieran?

Ao. Se llenaría el mar de peces.

M. ¿Y qué pasaría Elias?

Elias. Se acabaría la comida, se acabaría el oxígeno.

M. ¿Qué pasaría? El equilibrio se rompería y si ya no hay comida, los peces se mueren y se acabarían todos los peces.

M. Por eso hay Cadena Alimenticia, se comen unos a otros.

M. La ciencia está muy atrasada sobre lo que hay en el mar, por eso no han desarrollado nuevas carreras como: Ecología Marina, que estudia todo esto.

El maestro pide que lean la pág. 103 de su libro.

M. Ahí van a encontrar a lo mejor (duda) a lo que llegamos (todos los niños leen)

M. ¿El libro coincide con lo que dijimos?

Esteban. Sí, sí sabe este libro.

M. También leen la pág. 106 y 107.

Carlos. (En tono molesto le dice a una de sus compañeras)  
No trajiste el libro, no te digo.

M. A ver compañeros, levanten la mano (los que terminaron)

M. Como ustedes ven, también se forman cadenas alimenticias, hay hervívoros, carnívoros y animales que se comen a los que se mueren.

M. En la pág. 107 observen la relación de mar y tierra.  
Explica en base a la ilustración lo que es la plataforma continental (la orilla, las playas, y el talud la parte más honda)

M. Lee la pág. 107. El 85% de la fotosíntesis se hace en el mar. Según la lectura hay más oxígeno en el mar que en la tierra.

M. Si hicieramos 100 cajitas de oxígeno 85 se producen en el mar y ¿cuántas en la tierra?

Aos. Pues 15.

M. Entonces ¿dónde se producen más?

Aos. En el mar.

M. ¿Alguna duda?

Carlos (gritando) yo ya me quiero dormir.

M. ¿Ya te quieres dormir, bueno ya vamos a terminar?  
(el maestro dicta la tarea)

M. En una cartulina representar con dibujos o recortes el conjunto de características de la vida en el mar.

M. Mañana hay asamblea, no hay clases.

Salgo y el maestro sigue dictando la tarea.

El jurado designado por el Departamento de Investigaciones Educativas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, aprobó esta tesis el día 10 de febrero de 1989.



Maestra en Artes  
Elsie Richmond Rockwell Richmond  
Directora de Tesis, Profesor Titular  
y Jefe del Departamento de Investigaciones  
Educativas



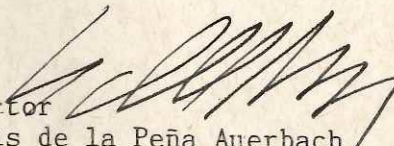
Maestra en Ciencias  
Ruth Mercado Maldonado  
Directora de Tesis y Profesor  
Auxiliar del Departamento de  
Investigaciones Educativas



Doctora  
Ruth Paradise Loring  
Profesor Adjunto del Departamento de  
Investigaciones Educativas



~~Licenciado en Ciencias de la~~  
Educación  
Vicente Eduardo Remedi Alione  
Profesor Adjunto del Departamento  
de Investigaciones Educativas



Doctor  
Luis de la Peña Auerbach  
Investigador Titular del Departamento de  
Física Teórica del Instituto de Física  
de la Universidad Nacional Autónoma de  
México