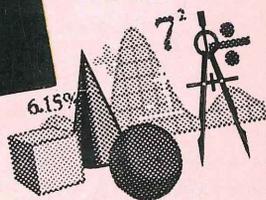
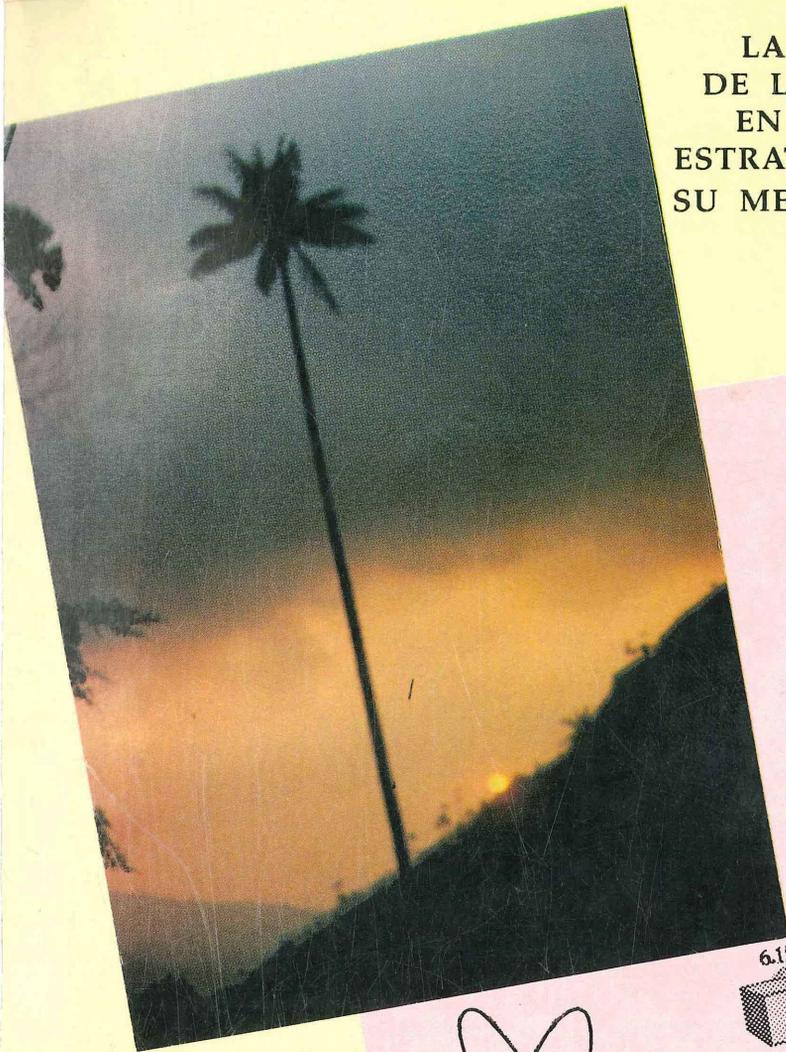


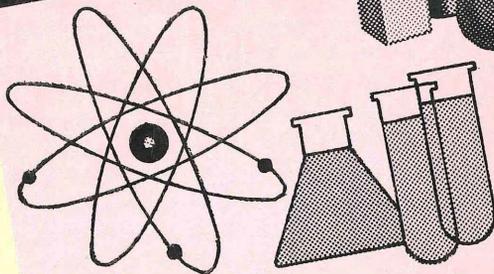
JE
0199

ENSEÑAR CIENCIAS: ABRIR NUEVOS CAMINOS

LA ENSEÑANZA
DE LAS CIENCIAS
EN EL QUINDIO
ESTRATEGIAS PARA
SU MEJORAMIENTO



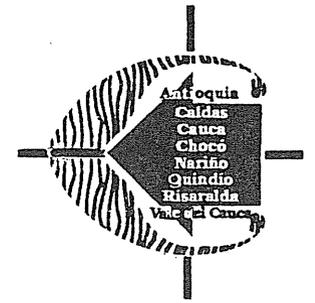
Bernardo Restrepo G.
Rodrigo Covaleta
Oscar Londoño B.
Luis Eduardo Téllez Ch.
Diana María Posada G.



Luz Estella Gallo T., Fernando Barreto, Edilma Fonnegra, Luz Estella García, Luis Alberto Henao, Luviola López, Luz Marina Montoya, Fernith Rodas, Luz Patricia Zapata.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION
CENTRO DE INVESTIGACIONES
EDUCATIVAS Y PEDAGOGICAS



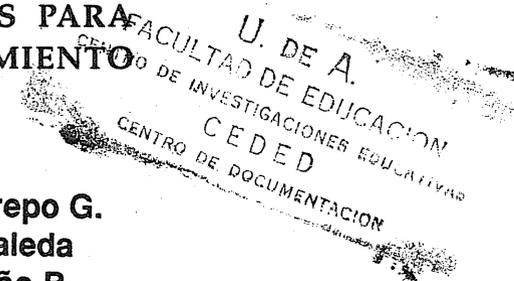
CORPES DE
OCCIDENTE

ENSEÑAR CIENCIAS: ABRIR NUEVOS CAMINOS

LA ENSEÑANZA
DE LAS CIENCIAS
EN EL QUINDIO
ESTRATEGIAS PARA
SU MEJORAMIENTO

Bernardo Restrepo G.
Rodrigo Covaleta
Oscar Londoño B.
Luis Eduardo Tellez Ch.
Diana María Posada G.

Luz Estella Gallo T., Fernando Barreto, Edilma Fonnegra, Luz Estella García, Luis Alberto Henao, Luviola López, Luz Marina Montoya, Fernith Rodas, Luz Patricia Zapata.



OJE
0199

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
INTRODUCCION	5
1. MARCO TEORICO	7-24
1.1 Antecedentes	7
1.2 El Problema	8
1.3 Bases Teóricas Orientadoras	10
1.3.1 La Estructura Cognoscitiva y el Aprendizaje Significativo	10
1.3.2 La Pedagogía del Cambio Conceptual	14
1.3.3 El Modelo Integrativo de Perkins y Simmons	17
1.3.4 Los Factores Contextuales de la Clase y la Agenda Personal del Estudiante	22
1.4. EL PROYECTO EXPERIMENTAL DE EL QUINDIO	24-26
1.5. Hipótesis	26
1.6. Objetivos	27

Carátula: Palma de Cera de El Quindío
Arbol Nacional de Colombia
Luis Eduardo Téllez y
Rodrigo Covaleda
Universidad de Antioquia
CORPES de Occidente
Impresión: Editorial Copiyepes Ltda. 1997
Tiraje de 1.000 Ejemplares
Medellín - Colombia

01265

	Páginas
2. PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS	28-33
2.1 Sujetos Experimentales	28
2.2 Tratamientos	29
2.3 Variables Dependientes	31
2.4 Muestras	31
2.5 Técnicas e Instrumentos de Observación	32
2.6 Diseño Metodológico	33
3. EJECUCION: CAPACITACION, MONTAJE ACOMPAÑAMIENTO DEL PROYECTO Y RECOLECCION DE DATOS	34-39
3.1 Capacitación de Docentes	35
3.2 Montaje y Acompañamiento	36
3.3 Recolección Final de Datos	38
4. ANALISIS DE RESULTADOS: INTERPRETACION DE PROTOCOLOS VERBALES, DE INFORMES ESCRITOS DE DOCENTES Y ESTUDIANTES Y DE DATOS ESTADISTICOS SOBRE HABILIDADES Y CONOCIMIENTO	40-123

	Páginas
4.1 Cambio en los docentes	41
4.1.1 Presencia del modelo de Perkins y Simmons	42
4.1.2 Cambio en la Estructura de la Clase	51
4.1.3 La Motivación en los Docentes	53
4.2 Cambio en los Estudiantes	71
4.2.1 Asimilación de Tratamientos	72
4.2.2 La Motivación de los Estudiantes	81
4.2.3 El Cambio Conceptual: Análisis de Protocolos de Entrevistas	83
5. CONCLUSIONES	123-146
5.1 Conclusiones Generales	123
5.2 Conclusiones Específicas	126
5.2.1 Sobre Capacitación de Docentes y Montaje Integral de Tratamientos	127
5.2.2 Sobre Efectividad de los Tratamientos para Desarrollar Habilidades Cognoscitivas y sobre Particularidades de la Habilidad de Solución de Problemas.	130
5.2.3 Sobre Efectividad en torno a Conocimientos Declarativos y Cambio Conceptual	136
5.2.4 Sobre Fomento de la Investigación	137
5.2.5 Sobre Habilidades Relativas a Solución de Problemas	139

Páginas

5.2.6	Sobre Motivación de los Docentes y Compromiso con el Cambio Metodológico	140
5.2.7	Sobre Motivación de los Estudiantes	142
5.2.8	Sobre Asimilación de Estrategias de Aprendizaje	143
5.2.9	Sobre Apoyo Institucional y Proyección del Cambio en la Enseñanza de las Ciencias	145
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	147-151

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

		Páginas
Cuadro 1	Análisis de varianza de resultados de la prueba general de habilidades cognoscitivas en los grupos 5º, 6º y 7º	115
Cuadro 2	Medias de habilidades por grupos (5º, 6º y 7º) y significancia estadística de diferencias	116
Cuadro 3	Análisis de varianza de los resultados de la subprueba de análisis en los grupos 5º, 6º y 7º	117
Cuadro 4	Análisis de varianza de los resultados de la subprueba de síntesis en los grados 5º, 6º y 7º	118
Cuadro 5	Análisis de varianza de los resultados de la subprueba de solución de problemas en los grupos 5º, 6º y 7º	118
Cuadro 6	Medias de habilidades por grupos (5º, 6º y 7º) y significancia de diferencias	119
Cuadro 7	Análisis de varianza de resultados de la prueba de conocimientos de los grupos (5º, 6º y 7º)	122
Cuadro 8	Medias de conocimiento por grupo (5º, 6º y 7º) y significancia estadística de diferencias	122

PROLOGO.

Es un acontecimiento para resaltar en Antioquia que un grupo de profesores de la Universidad de Antioquia y de la Universidad del Quindío, liderados por el Dr. Bernardo Restrepo Gómez, presente los resultados de un trabajo pedagógico experimental para el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales a niños y adolescentes.

La capacitación del magisterio se ha desgastado y malgastado en acciones aisladas de cursos, charlas, lecturas, talleres y microcurrículos que no intervienen ni acompañan la actividad del maestro dentro del aula de clase, y los esfuerzos ingentes del Estado por capacitar al magisterio no se traducen en un efectivo mejoramiento del proceso de enseñanza precisamente por ignorar principios básicos de la moderna teoría pedagógica como por ejemplo:

- La sistematicidad: no se aprenden cosas aisladas, no hay aprendizaje significativo sino cuando se asegura la articulación (o contraste) con la estructura de conocimientos previos del aprendiz y con la estructura previa de la misma ciencia que se enseña (Bruner, Ausubel).

- La actividad, la constructividad: uno no aprende sino lo que uno mismo elabora, lo que uno mismo construye. La mera especulación verbalista no genera verdadero aprendizaje humano. Es la acción del sujeto sobre las cosas o sobre los símbolos y conceptos la que produce nuevo aprendizaje.

- La experiencia progresiva: es la que lo forma a uno, no es la repetición ni la definición, ni la clasificación hecha, acabada, cerrada la que abre tu inteligencia, sino la experiencia que te abre nuevos horizontes, la experiencia que estimula la búsqueda y que permite nuevas experiencias superiores. Por ésto, la experiencia privilegiada para aprender es el preguntar, la puerta del saber es la pregunta, todo nuevo conocimiento, todo nuevo aprendizaje debe ser respuesta a alguna pregunta, a algún problema.

- Las habilidades mentales, la inteligencia no es homogénea, ni general y abstracta, sino específica, y se desarrolla de acuerdo a las características y complejidad particular de los materiales

cognitivos con que se trabaja. Como las inteligencias son múltiples, la enseñanza tiene que ser más específica, dominar la estructura epistémica de cada saber, aclarar los objetivos del aprendizaje en la perspectiva de proyectos “integrados”, etc.

En fin, poner en juego los nuevos conceptos de la enseñanza en las diferentes áreas del currículo de nuestras escuelas y colegios es un reto importantísimo al que la Universidad le tiene que apostar, en la perspectiva no sólo de mejorar la calidad de sus futuros alumnos, sino contribuir efectivamente a la formación de nuevas generaciones más creativas, más científicas y más sabias que aseguren mejores niveles de desarrollo técnico y social de nuestra región y del país que tanto necesitan fortalecerse en esta dimensión del desarrollo, el conocimiento científico y cultural.

Por ello es tan importante que instituciones públicas como el CORPES de Occidente y la Secretaría de Educación del Quindío hayan patrocinado este proyecto experimental piloto diseñado por el distinguido y calidoso equipo de investigadores de las Universidades de Antioquia y Quindío que está abriendo camino en el país en la aplicación experimental de nuevas didácticas para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias. Y la dirección de este equipo en manos de mi maestro el Dr. Bernardo Restrepo Gómez no es casual, pues ya desde hace treinta años estaba

diseñando estrategias de enseñanza para escuelas rurales del Departamento de Sucre, y desde entonces no ha cesado de proponer, desarrollar y evaluar proyectos educativos en diferentes niveles y modalidades de la enseñanza, con rigor científico, dedicación y compromiso de una vocación pedagógica que ya el país empieza a reconocerle públicamente con la merecida distinción en categoría Oro de la Medalla Camilo Torres otorgada en mayo de 1997 al mejor, al más dedicado, riguroso y creativo educador colombiano de las últimas décadas.

Esta obra, que en buena hora publican la Universidad de Antioquia en coedición con el CORPES de Occidente, es no sólo un aporte a los especialistas, sino también un regalo para los profesores de ciencias que van a encontrar en ella nuevos caminos y fuentes de inspiración y de superación para el perfeccionamiento de su oficio, el más difícil y complejo de todos, como es enseñar bien.

Mayo de 1997

Rafael Flórez Ochoa

INTRODUCCION

La Universidad de Antioquia y el CORPES de Occidente, celebraron un convenio tendiente a mejorar la calidad de la educación en el departamento de El Quindío a través de la identificación y experimentación de estrategias para la enseñanza de las ciencias. La financiación fue cubierta por la Fiduciaria del Estado.

Esta obra contiene el informe final de un estudio sobre estrategias de enseñanza de las ciencias en 3o, 5º, 6º, 7o y 10º grados llevado a cabo en escuelas y colegios del departamento de El Quindío en 1994 y 1995. Por solicitud del gobierno departamental y del Corpes de Occidente, la Universidad de Antioquia realizó una identificación de estrategias metodológicas y las experimentó en cinco municipios quindianos.

El Corpes y la Universidad de Antioquia han querido publicar los resultados del estudio, a partir del informe final del proyecto. Este incluye un primer capítulo sobre el problema que el estudio buscó resolver y un encuadre teórico sobre pedagogía moderna relativa a la enseñanza en general y particularmente sobre enseñanza de las ciencias, sin pretender agotar las opciones, sino escogiendo teorías y modelos concretos para guiar el estudio. En este mismo

capítulo se enuncian las hipótesis de partida del proyecto, así como los objetivos del mismo.

El segundo capítulo aborda los procedimientos metodológicos, principalmente la descripción de la intervención pedagógica o tratamientos experimentales ensayados, los grupos de estudiantes tratados, los instrumentos, las variables dependientes o fenómenos de observación portadores de efectos de la intervención pedagógica, y los tipos de diseño para la recolección y análisis de datos, esto es, una combinación de metodología cuasiexperimental y metodología formativa de investigación, en la que los docentes actuaron como investigadores de su práctica pedagógica. El tercer capítulo expone una descripción de la ejecución del experimento, esto es, los procesos adelantados con docentes y estudiantes en los cinco municipios aludidos.

En un cuarto capítulo se plantea el análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recogidos. Y el capítulo quinto y final despliega una discusión sobre conclusiones extraídas de los análisis cuantitativo y cualitativo.

1. MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes

Tres antecedentes motivaron básicamente el presente estudio: el informe "Saber" del Ministerio de Educación Nacional que encontró bajo el desempeño en habilidades cognitivas y solución de problemas de los estudiantes de básica primaria (1992); el estudio que sobre Calidad y Futuro de la Educación adelantó el CORPES de Occidente en convenio con la Universidad de Antioquia (1993), en el cual se evidenció la baja calidad de la enseñanza de las ciencias en bachillerato; y la idea de montar Centros de Ciencia y Tecnología en varias regiones del país, cuya intencionalidad tiene que ver también con el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias, la investigación, el desarrollo tecnológico, el apoyo a las innovaciones y la promoción del talento juvenil, todo ello bajo el supuesto de que la

ciencia es piedra fundamental para el desarrollo exitoso del departamento y del país. El estudio experimental realizado en 1994 y 1995 en El Quindío sobre estrategias de enseñanza de las ciencias puede considerarse como un primer paso con respecto a este último cometido y como una acción de gestión en pro del mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en la región.

Pretendió, en efecto, conocer la realidad de esta enseñanza de las ciencias, sensibilizar a los docentes para el cambio metodológico y capacitarlos para el mismo, experimentando a la vez estrategias conducentes al cambio conceptual y a la vinculación de investigación y docencia.

1.2 El Problema

El conocimiento es condición de primer orden para lograr un puesto digno en el movimiento aperturista de la economía mundial.

El Informe "Saber" del Ministerio de Educación Nacional que evaluó la calidad de la enseñanza básica primaria (1992), el Informe sobre Calidad y Futuro de la Educación que exploró la situación de la enseñanza media del Occidente Colombiano (1993), así como los resultados de las pruebas de estado (ICFES), han demostrado el bajo rendimiento en ciencias y resaltado la baja calidad en procesos y resultados, ésto es, en

habilidades y conocimientos, o, dicho de otra manera, en conocimientos declarativos, pero sobre todo en conocimientos de procedimiento o estratégicos, básicos para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

La investigación actual sobre enseñanza de las ciencias, por otra parte, ha constatado la presencia de concepciones erróneas en los estudiantes, que interfieren con el aprendizaje correcto y significativo y que deben ser el punto de partida de la enseñanza para lograr este tipo de aprendizaje. Esta misma línea de investigación ha señalado otras fuentes de error y como consecuencia de sus hallazgos se han diseñado modelos de instrucción tendientes a superar estos obstáculos.

El propósito de esta investigación fue experimentar estrategias para mejorar el aprendizaje de conceptos científicos, propiciar el cambio conceptual, no tanto como reemplazo, sino profundización del aprendizaje significativo o enriquecimiento conceptual de las ciencias (Moreira, 1994), es decir, sacarlo de superficialidad o aprendizaje mecánico memorístico. Con este objetivo, después de revisar la literatura pertinente, se aplicaron y experimentaron, como tratamientos concretos, el modelo instruccional integral de Perkins y Simmons (1988) para aprendizaje comprensivo profundo, superador de concepciones erróneas, por un lado, y el método de proyectos integrados y la estrategia preinstruccional de los mapas conceptuales, por otro,

complementados con los aportes de Posner sobre cambio conceptual (1982) y Pintrich y asociados sobre factores motivacionales y contextuales de la clase (1993). Qué efectos producen estos tratamientos en el aprendizaje de las ciencias naturales y en la motivación por las mismas?

1.3 Bases Teóricas Orientadoras

1.3.1. La Estructura Cognoscitiva y el Aprendizaje Significativo.

Los problemas de aprendizaje de las ciencias básicas, y probablemente también del aprendizaje de conocimiento estratégico en ciencias humanas y sociales, tiene bastante que ver con el hecho, ya ampliamente reconocido, de que el estudiante no enfrenta el estudio de temas nuevos con una mente en blanco sobre los mismos. Al contrario, tiene sobre éstos nociones previas, preconcepciones, así sean incompletas e inexactas o aún erróneas y contradictorias frente a las nociones científicas. Ya en 1973 Rosaline Driver había planteado las concepciones alternativas y en 1982 Posner elaboró sobre la misma idea la teoría del cambio conceptual.

Eylon y Linn (1988), en su revisión de cuatro perspectivas de investigación sobre enseñanza de las ciencias, y Perkins y

Simmons (1988), en su artículo sobre esquemas o modelos explicativos de concepciones erróneas en ciencias, matemáticas y programación, traen a cuento diversos estudios que presentan evidencias empíricas en torno a existencia de aquellas y de su incidencia, aunada a la influencia de factores psicológicos, sociológicos e históricos (Pintrich et. al, 1993), sobre la ineficiencia del aprendizaje de las ciencias. Estas preconcepciones o preconocimientos, en efecto, actúan como barreras que obstaculizan tanto la asimilación de la ciencia como la motivación hacia su logro por parte de los estudiantes. Si el docente de ciencias no tiene en cuenta esta realidad que hace las veces de infraestructura imperfecta del aprendizaje y que funciona como una red conceptual, como una ecología de conceptos interconectados, los estudiantes terminan funcionando con dos estructuras de respuesta frente a los fenómenos que son objeto de las ciencias, a saber: un cuerpo de conocimientos ordinarios para enfrentar el diario vivir y un cuerpo de conocimientos académicos para responder tareas de la escuela y evaluaciones cognoscitivas; pero estos cuerpos siguen rumbos distintos sin asociarse ni interactuar en pos de síntesis correctas y aplicaciones más productivas, de una evolución desde concepciones erróneas o incompletas, "misconceptions", hasta concepciones enriquecidas entre las preconcepciones y las nuevas concepciones, como desarrollo conceptual o construcción

y discriminación de significados cada vez más complejos (Moreira, 1994). La teoría prístina del cambio conceptual por reemplazo (Posner, 1982) va cediendo lugar, a medida que la investigación deja dudas acerca de su ineffectividad, a la de un desarrollo conceptual progresivo (Moreira, 1994).

Relacionado con el anterior esquema, y como fundamento teórico del mismo, se hiergue el concepto del aprendizaje significativo planteado por Ausubel desde la década del 60 (1983). Para que un aprendizaje contribuya a ensanchar la estructura cognoscitiva del estudiante, ésto es, haga más complejo su sistema de procesamiento de información, y potencie el proceso de transferencia de dicho aprendizaje hacia aprendizajes futuros, la nueva instrucción o información que una enseñanza dada provee debe encontrar en la estructura cognoscitiva receptora elementos familiares con los cuales pueda asociarse para incidir en el proceso de enriquecimiento de dicha estructura, perdiendo su identidad original, pero entrando a amalgamarse con lo hallado en la mente para hacerla más poderosa y fluida, más integradora y diferenciadora a la vez. Volviendo al punto anterior, si el docente no logra establecer fuentes mediadoras entre las prenociones del estudiante y la nueva instrucción, ésta última no entra a formar parte de los procesos de elaboración cognoscitiva del receptor y por consiguiente experimenta una curva acelerada de olvido. Pasa con muchos de los conceptos y teorías

científicas que no son comprendidos por un buen número de estudiantes, y entonces, o son mal interpretadas y cumplen una función perturbadora que lleva a la confusión conceptual, o son sometidos a esfuerzos memorísticos mecánicos.

Cabe aquí la diferenciación entre conocimiento declarativo particular y conocimiento estratégico general. El aprendizaje es tanto más significativo si promueve el conocimiento estratégico, o sea, el relacionado con procesos y habilidades cognoscitivas. La baja productividad del conocimiento científico se explica en parte porque la enseñanza de las ciencias no insiste suficientemente en la participación de los estudiantes en aquellos procesos que hacen parte de la construcción misma de la ciencia, como la observación, la comparación, la aplicación, el análisis, la síntesis, la metacognición (incluyendo la generación y prueba de hipótesis), ni en el desarrollo de habilidades respectivas de estos procesos tendientes a un mejor manejo de los mismos. Esta práctica o desarrollo de procesos y habilidades cognoscitivas es lo que se ha llamado conocimiento estratégico o general que hace activo el aprendizaje y favorece el enfrentamiento fluido de situaciones nuevas y de solución de problemas (Alexander y Judy, 1988).

Este conocimiento estratégico solo se desarrolla, como ya se dijo, con la participación activa del que aprende en los procesos de búsqueda y elaboración del conocimiento, valga decir, de

“construcción de ideas sobre cómo funciona el mundo” (Novak, 1988). Es por ello que se hace indispensable dejar actuar la mente del alumno proveyéndole oportunidades y estrategias para cualificar su acción. Modelos de solución de problemas, estrategias como el método de proyectos y los mismos mapas conceptuales (Novak, 1988a), diseñados y manejados por los estudiantes, emergen como medios de apoyo para desarrollar el conocimiento estratégico.

1.3.2. La Pedagogía del Cambio Conceptual.

Regresando al cambio conceptual o al planteamiento más nuevo de enriquecimiento conceptual, cómo lograr éste en el aprendizaje de la ciencias básicas?. Cómo superar las barreras mencionadas que la enseñanza tradicional no ha tenido en cuenta exitosamente?. Varios investigadores han recomendado prácticas específicas para inducir el cambio conceptual y prevenir concepciones erróneas en el aprendizaje de las ciencias.

Posner, citado por Perkins y Simmons (1988) y por Pintrich et al (1993) destaca en su modelo de cambio conceptual dos estrategias conducentes a lograr la modificación de viejas concepciones imperfectas y evitar contraer nuevas concepciones erróneas. La primera de estas intervenciones pedagógicas tiene que ver con el compromiso y manejo de valores epistémicos que

apuntan a la sustentación o validación de conocimientos y que apoyan no conceptos aislados sino la ecología conceptual del individuo. Como Posner lo expone, los conceptos existen en redes interrelacionadas, de modo que si un concepto se afecta, esta modificación tiende a afectar la visión de los demás conceptos de la red, lo cual dificulta el cambio conceptual, ya que el estudiante se aferra al entramado de su red conceptual temeroso de un desequilibrio general de la misma si reemplaza completa o radicalmente uno de sus elementos.

Entre las prácticas relacionadas con las creencias epistémicas sobre la naturaleza del conocimiento y lo que es o no verdadero, Posner y otros sugieren la coherencia de los conceptos y sus supuestos, el aporte de evidencias, la explicación de bases teóricas de los conceptos, la búsqueda de pruebas de validación que lleven a la convicción de que las teorías científicas son siempre provisionales, como lo es también la ecología conceptual de cada quien, así sus raíces estén hondamente afincadas.

Una segunda estrategia apunta a extender el conocimiento dentro de una área, retando lo existente mediante la investigación. Si la convicción epistemológica comunica la idea de interpretaciones provisionales de la ciencia, lo que se sigue es la necesidad de búsqueda permanente, de crítica y pensamiento creativo, así como de adquisición de nueva

información para mejorar la **asimilación** de conocimientos y **acomodar** los conceptos anteriores a los nuevos.

Pintrich et al (1993) recuerdan que el modelo de cambio conceptual de Posner y otros establece cuatro condiciones que deben cumplirse para lograr el proceso de acomodación en la ecología conceptual, a saber: la insatisfacción con la concepción que se posee; que la nueva concepción sea fácilmente comprensible; que el nuevo concepto sea plausible o verosímil, esto es, que sea aplicable y visiblemente más consistente; y que sea fructífero o dotado de poder explicativo y sugiera nuevas vetas de investigación.

Eylon y Linn (1988) proponen, como estrategias didácticas para propiciar el cambio conceptual, la comprensión coherente de los conceptos, el uso de la contradicción entre las concepciones del estudiante y la nueva información, el uso de múltiples enfoques y ejemplificaciones para cambiar perspectivas y superar concepciones que los estudiantes pueden tener sobre un fenómeno. Con respecto a la solución de problemas, Eylon y Linn concluyen que no basta dar al estudiante principios y fórmulas para resolver problemas. Es menester proveerle información detallada sobre el proceso de solución de problemas.

Aún si se le dan los heurísticos facilitadores del trabajo, el heurístico debe ir acompañado de procedimientos detallados de como manejar dicho heurístico.

Alexander y Judy (1988), citados antes, advierten sobre la necesidad de trabajar simultáneamente el conocimiento específico y el conocimiento estratégico. Señalan resultados investigativos que concluyen mostrando cómo la identificación y superación de errores e inconsistencias depende de la cantidad de conocimiento que se tiene en el área en cuestión, conocimiento que actúa como base adecuada o requisito para la utilización efectiva y eficiente del conocimiento estratégico. Pero en lo atinente a las habilidades o conocimiento estratégico o general, señalan también cómo el desempeño académico, o manejo de cuerpos de conocimientos en tareas determinadas, falla en ausencia de procesos y habilidades estratégicas que operan sobre los conocimientos declarativos, su organización, desagregación, comparación, inferencia, reinterpretación, etc. Los mapas conceptuales, como estrategia manejada por el estudiante, es medio eficaz para fomentar el constructivismo o elaboración personal sobre los objetos de estudio y desarrollo de conocimiento estratégico.

1.3.3. El Modelo Integrativo de Perkins y Simmons.

Perkins y Simmons (1988), por su parte, luego de estudiar modelos de enseñanza de las ciencias aplicados entonces, principalmente el de Posner, idearon un modelo integrado para explicar las fuentes de concepciones erróneas y superar a la vez

dichas fuentes en ciencias, matemáticas y programación de computadores. Según la revisión de Perkins y Simmons, existen factores de incomprensión o mala interpretación en estas áreas del saber. Estos factores pueden organizarse en cuatro niveles o categorías: a. Contenido; b. Solución de problemas; c. Epistemológicos; d. Investigación.

En la primera categoría o nivel de incomprensión predominan causas relacionadas con el área o dominio específico de conocimiento y éste es el nivel por lo general más atendido en la enseñanza. Es menester tener en cuenta los otros tres, más relacionados con conocimiento general, para trabajar intervenciones educativas que integren los cuatro niveles. Los estudiantes necesitan fundamentación de las cuatro estructuras o categorías anotadas para comprender profundamente los conceptos. Ignorar las tres últimas es causa de muchas incomprensiones o de la adopción de concepciones erróneas.

Cada estructura o nivel de conocimiento tiene conocimientos específicos y conocimientos estratégicos, aún la de contenido (estrategias para memorizar y recordar, por ejemplo).

Vale la pena repasar el sentido dado por Perkins y Simmons a estas cuatro categorías fundamentales para entender las concepciones erróneas y para diseñar eventos instruccionales orientados a superarlas y evitarlas.

La categoría de contenido tiene que ver con conocimiento relacionado con aspectos particulares del área del saber, con los conceptos centrales de una asignatura (física, química, biología, matemática). Perkins y Simmons delinear las dificultades o fallas provenientes de la estructura del contenido, sobre todo debidas a preconcepciones ordinarias y elementales, a dificultades de acceso al conocimiento, o mejor de recuperación adecuada o debidas a conocimiento mutilado o enredado. El recurso de las tres restantes estructuras de conocimiento ayuda a resolver estos problemas.

Con respecto a la segunda categoría de conocimiento, la de solución de problemas, los investigadores plantean su naturaleza y el apoyo que esta estrategia puede tener en heurísticos generales para las distintas etapas de la solución; pero, así mismo, alertan sobre obstáculos que pueden bloquear esta estructura de conocimiento, tales como ensayo y error sin fundamentación, falta de perseverancia, insistencia en un enfoque improductivo, no fundamentar la plausibilidad o verosimilitud de una conjetura, asimilar respuestas sin captar sus principios básicos, sobrepracticar el modelo de derivación de ecuaciones para todo problema, etc. El conocimiento de diversos modelos de solución de problemas y el acompañamiento de las otras categorías de conocimiento pueden hacer más productiva la de solución de problemas.

La tercera categoría o estructura de conocimiento es la epistémica, o sea, la relativa a normas fundadoras de la naturaleza del conocimiento de los conceptos básicos y de las limitaciones en un área del saber y a creencias sobre la ciencia y la verdad, que los estudiantes poseen en su estructura cognoscitiva. Debilidades de los estudiantes en esta estructura ponen en peligro la comprensión de conceptos y teorías. Entre estas debilidades se destacan las intuiciones arraigadas que modifican la observación e impiden asumir los conocimientos coherentemente; los prejuicios; el descuido de las reglas que fundamentan un dominio del saber; y la creencia en la verdad de la ciencia, entre otras. Trabajar las bases epistemológicas del conocimiento se constituye en importante recurso intelectual y didáctico.

La cuarta estructura planteada por Perkins y Simmons en su modelo integrado es la investigación, no fácil de cultivar. Contra ella atentan la escasa tradición en buscar y definir problemas; el hábito de considerar solamente aplicaciones académicas, no al mundo real; y el casi nulo riesgo de aventurarse más allá de las fronteras de una teoría, es decir, la falta de una cultura científica, carencia que no es solo escolar sino de nuestra sociedad como un todo.

La instrucción convencional ostenta carencias con respecto al uso de las cuatro estructuras. Es una educación mecánica, ritual,

expositiva; no se entrena en modelos de solución de problemas ni se trabajan heurísticos facilitadores; se prefiere la extensión de contenidos sobre la profundidad de la comprensión. Perkins y Simmons proponen un modelo instruccional que trabaje sobre procedimientos concretos para poner en acción las cuatro estructuras de manera interrelacionada. Entre estos procedimientos insisten en enseñar heurísticos; hacer transferencia de problemas a casos no familiares y académicos; trabajar modelos de solución de problemas y estrategias de pensamiento; sostener discusiones epistémicas para aclarar incomprendiones; trabajar la reflexión; revisar viejos conceptos y prenociones y combinar la asimilación de conceptos con estrategias de investigación.

Pero no basta abordar el problema cognoscitivo de la enseñanza de las ciencias. La ineficacia no proviene tan solo de procedimientos didácticos apropiados. "Uno de los problemas de la educación, agudizado por los puntos de vista científico-positivistas, es que el papel de los sentimientos en la producción de conocimientos es negado o ignorado. No obstante, diversos estudios han mostrado cada vez más que pensar, sentir y actuar están siempre integrados y que mejorar la práctica educativa requiere métodos que ayuden a los alumnos a integrar sus razonamientos, sentimientos y acciones de maneras más constructivas." (Moreira y Novak, 1988).

1.3.4. Los Factores Contextuales de la Clase y la Agenda Personal del Estudiante.

Pintrich et al (1993) sostienen que la teoría del cambio conceptual se queda muy apegada a la ecología conceptual de factores epistémicos y de preconcepciones, ignorando factores culturales, factores contextuales de la clase y factores motivacionales que deben ser tenidos en cuenta a la par con los cognoscitivos si se quiere producir un cambio conceptual productivo, pues niños y jóvenes tienen múltiples intereses en la escuela al lado del compromiso académico y estos intereses interfieren el cambio conceptual. En efecto, factores afectivos y contextuales como la motivación hacia el dominio de los saberes (intrínseca), la percepción del valor de una tarea o área determinada para el estudio y la vida, la creencia en la propia capacidad de lograr el cambio conceptual mediante el uso de estrategias cognitivas personales, la misma teoría de atribución según la cual quien cree controlar internamente su habilidad de aprender aprende más, el estilo de autoridad democrático que fomenta la interacción y el interés en clase, el uso del texto, no para memorizar, sino para buscar el cambio conceptual, y la práctica de procedimientos de evaluación que se orienten a la comprensión científica, más que a la competencia y a la comparación social, pueden incidir en la adopción de una

orientación hacia metas de dominio o aprendizaje profundo y perseverancia en éste, el que a su vez puede influir en el procesamiento cognoscitivo del estudiante y en su potencial para la conceptualización eficaz. En otras palabras, no basta la estrategia o modelo instruccional de cambio conceptual de Posner que enfatiza lo cognoscitivo, sino que un cambio docente en el manejo de la clase, en el tipo y organización de actividades de aprendizaje y en el fomento de las propias capacidades del estudiante (modelos de solución de problemas), de la motivación y de las prácticas de evaluación, es necesario para que este cambio sea maximizado. El problema no es solo de método, sino también de estructura de la clase.

En esta misma dirección se mueven Lee y Anderson (1993) quienes critican una vez más el modelo tradicional de cambio conceptual por tener en cuenta solamente las barreras cognoscitivas de la comprensión científica, descuidando aspectos culturales, afectivos y motivacionales de los estudiantes. Estudios de casos realizados por estos autores demuestran que el cambio conceptual opera bien con aquellos alumnos cuyas agendas personales concuerdan con las metas de los profesores de ciencias, especialmente con el modelo instruccional del cambio conceptual. Este, entonces, tiene éxito; pero fracasa ante aquellos alumnos cuya agenda personal incluye aspectos motivacionales y afectivos que anteponen

barreras adicionales a las meramente cognoscitivas. Los modelos instruccionales, por lo tanto, deben incluir intervenciones que tengan en cuenta las diversas agendas de los estudiantes, cognoscitivas o no, que explican su compromiso o dedicación a las tareas de aprendizaje y que los llevan a identificarse o no con la necesidad del cambio conceptual.

A esto debe agregarse la ya aludida barrera cultural o carencia de una cultura científica en el país, factor que ejerce presión sobre docentes y estudiantes disminuyendo su interés por la investigación y sus productos científicos. Incluir aplicaciones no académicas de principios, conceptos y procedimientos científicos, esto es, aplicaciones a la vida cotidiana, a la industria y a la economía en general, pueden ser un aporte significativo a la motivación por las ciencias y a la dedicación a ellas.

Proponemos entonces, como estrategia múltiple, pero integrada, el modelo de Perkins y Simmons con sus cuatro estructuras, más la confrontación del contexto de la clase, más procedimientos para fomentar la motivación o curiosidad por la ciencia en sí, incluyendo motivación por sus aplicaciones más allá del ámbito académico.

1.4 El Proyecto Experimental de El Quindío.

Conocidos y analizados los anteriores esfuerzos en pro del mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, la presente investigación se propuso experimentar procedimientos de integración y diferenciación conceptual, mediante proyectos integrados y mapas conceptuales en primaria y mediante estos procedimientos y el modelo integrado para la superación de concepciones erróneas de Perkins y Simmons, que a su vez recoge propuestas del modelo de cambio conceptual de Posner y otros, en secundaria y media. El propósito fue experimentar estrategias de enseñanza de las ciencias en algunos grados de educación básica y media, operacionalizadoras de las cuatro estructuras o esquemas de conocimiento planteadas en este modelo de Perkins y Simmons, con miras a superar las fuentes de error, afianzar los conceptos básicos de la ciencia y desarrollar habilidades cognoscitivas. Adicionalmente se tuvieron en cuenta los aportes de Pintrich y colaboradores (1993) sobre factores motivacionales y contextuales de la clase, ya mencionados, utilizando procedimientos motivacionales, como la fantasía, en primaria.

El planteamiento de Perkins y Simmons, como modelo central, complementado con componentes de los modelos de Posner y Pintrich, es sólido e internamente consistente y por ello potencialmente poderoso. De ahí lo atractivo que fue ensayarlo y validar su efectividad en nuestro medio. Pero la

operacionalización concreta de las cuatro estructuras, la capacitación en la acción y la aplicación mediante investigación y desarrollo, llevadas a cabo en el proyecto, se constituyen en una alternativa poderosa para promover el cambio en educación. Cursos informativos sin experimentación y seguimiento no han dado resultado alentador. Es menester formar una comunidad crítica de docentes investigadores y estudiantes que inicien realmente el cambio y la estrategia operativa puesta en práctica en El Quindío es una vía promisoría.

1.5. Hipótesis

De la fundamentación conceptual expuesta se derivaron las siguientes hipótesis que fueron sometidas a validación durante la experimentación:

1.5.1. En los grupos experimentales en los que se disminuye la estrategia expositiva de enseñanza y se introduce con mayor intensidad y sistematicidad la estrategia de aprendizaje por descubrimiento y construcción conceptual, la actuación promedio en habilidades de análisis, síntesis, solución de problema y transferencia, es mayor que la demostrada por los grupos testigos.

1.5.2. Los grupos experimentales exhiben mayor acierto en el manejo de conceptos centrales de la ciencia que los grupos testigos, o al menos mayor enriquecimiento conceptual como resultado de los tratamientos aplicados para tal efecto (modelo de Perkins y Simmons, a través de mapas conceptuales, método de proyectos, discusión sobre estructura epistémica...).

1.6. Objetivos

El proyecto abarcó los siguientes objetivos específicos:

1.6.1. Capacitar docentes de ciencias básicas, particularmente de ciencias naturales, de enseñanza básica y media, sobre aquellos factores que originan incompreensión y concepciones erróneas en ciencias y sobre estrategias de enseñanza superadoras de tales fuentes de interpretaciones equivocadas por un lado, y propiciadoras de cambio conceptual, por otro, y detectar efectos prácticos de dicha capacitación.

1.6.2. Identificar con los docentes conceptos erróneos e interpretaciones equivocadas, así como intuiciones y creencias epistémicas que enmascaran o interfieren los conceptos científicos en los estudiantes de enseñanza básica y media.

1.6.3. Determinar la efectividad del método de proyectos, los mapas conceptuales y el modelo problémico para desarrollar

habilidades de pensamiento y elevar la motivación en estudiantes de educación básica.

1.6.4. Determinar la efectividad del modelo de Perkins y Simmons para superar factores de malinterpretación o incomprensión en el aprendizaje de las ciencias, particularmente los aspectos de afianzamiento de contenido, solución de problemas, claridad epistémica e investigación, en los niveles de enseñanza mencionados.

2. PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS

2.1 Sujetos Experimentales

Dado que no se trataba de lograr generalizaciones sobre los resultados, sino de probar la efectividad de los tratamientos, en sesión de trabajo con la Secretaría de Educación del Departamento se seleccionaron docentes de primaria y bachillerato de los 12 municipios del departamento y oportunamente se llevó a cabo la capacitación de estos docentes en los tratamientos que se aplicaron durante el último período académico de 1994. De los docentes convocados se escogieron, según los resultados de la capacitación y el interés de participar, cinco sujetos, uno de 3º, uno de 5º grado, uno de 6º grado, uno

de 7º grado y uno de 10º grado para instalar en sus respectivos grupos de alumnos los experimentos, de acuerdo con el diseño que se presenta a continuación. Durante el experimento se reforzó la capacitación inicial.

La aplicación del experimento tuvo una duración aproximada de 8 semanas, menos en el grado 6º que fueron tan solo 4, tiempo en el cual se desarrollaron entre una y dos unidades por grado.

2.2. Tratamientos

Cuatro fueron los tratamientos aplicados a los grupos experimentales, a saber:

2.2.1 . La estrategia de los mapas conceptuales fue más allá de anteponer al desarrollo de cada unidad un mapa conceptual como estrategia preinstruccional. Se enseñó a los estudiantes la estrategia con el propósito de favorecer el desarrollo de los procesos de análisis, síntesis y creatividad. En 3º y 5º los mapas se utilizaron en ciencias y en matemáticas. En 6º y 7º solo en ciencias y en 10º en física.

2.2.2 . Aplicación del modelo instruccional integral de Perkins y Simmons para aprendizaje comprensivo profundo superador de concepciones erróneas. Tal modelo incluye el trabajo de cuatro estructuras o intervenciones instruccionales, a saber: la

estructura de contenido que incluye la presentación profunda de conceptos claves; la solución de problemas, a través de modelos y heurísticos; la fundamentación epistémica de los conceptos; y la investigación. La utilización de estas cuatro estructuras en forma interactiva busca la comprensión científica sólida.

Esta intervención se inició a partir de sesiones de discusión con los docentes en torno a incomprensiones o concepciones erróneas más comunes entre los estudiantes, así como de concepciones más frecuentes; documentación y conocimiento de las cuatro estructuras explicativas de concepciones erróneas; y presentación de procedimientos didácticos para superar las fuentes de incomprensión.

2.2.3. Aplicación de la estrategia de integración interáreas a través del método de proyectos partiendo del área de ciencias como área eje de la integración con otras áreas.

2.2.4. Aplicación de eventos de motivación hacia la ciencia, específicamente hacia la percepción del valor de determinados temas y tareas, poniendo énfasis en la aplicación de éstos. Se incluyeron también técnicas visuales y de uso de la fantasía.

Sobre estos tratamientos se adelantaron sesiones de capacitación de docentes desde el comienzo del proyecto hasta buena parte de la etapa de experimentación.

2.3 Variables Dependientes

Las variables por observar, evaluar y medir fueron:

2.3.1 Logros cognoscitivos en ciencias

2.3.2. Cambio conceptual (claridad y afianzamiento) y habilidad de solución de problemas.

2.3.3 Habilidad de análisis o diferenciación progresiva

2.3.4. Habilidad de síntesis creadora.

2.3.5. Motivación profesoral y estudiantil.

2.4 Muestras

Aunque se trabajó con grupos intactos o ya constituidos de 3º, 5º, 6º, 7º y 10º grados para determinar aprendizaje de conceptos y desarrollo de habilidades, de cada uno de los grupos experimentales y testigos se tomaron también aleatoriamente

muestras del 20% de los integrantes para aplicarles entrevistas clínicas sobre cambio o enriquecimiento conceptual.

2.5 Técnicas e Instrumentos de Observación

2.5.1. Se utilizaron formas convencionales de evaluación para medir rendimiento académico de conocimientos declarativos en los cinco grados. Estas pruebas se sometieron previamente a aplicaciones piloto para asegurar validez y confiabilidad de los resultados.

2.5.2. Se aplicaron pruebas de habilidades construidas para el efecto, particularmente en procesos de análisis, síntesis y solución de problemas. Estas pruebas fueron validadas también a través de jurados (docentes de primaria y bachillerato) y de pruebas piloto en grupos paralelos a los del experimento.

2.5.3 Se solicitó a docentes y estudiantes ensayos sobre su percepción personal en torno a la efectividad de la experiencia, tanto de elementos cognoscitivos como afectivos, cuyo cambio se intentó a partir de los tratamientos experimentales. Los docentes llevaron diarios de campo durante la experiencia y consignaron en ellos problemas, resultados parciales, cambios, iniciativas, desempeños de los estudiantes, efectividad de los tratamientos, actitudes, etc.

2.5.4. Se llevaron a cabo entrevistas clínicas para sondear a profundidad el cambio conceptual desarrollado durante el experimento frente a la relativa permanencia de preconocimientos, concepciones inexactas, erróneas y vacilantes. Los protocolos de estas entrevistas fueron analizados consecuentemente.

2.5.5. Se analizaron mapas conceptuales elaborados por los estudiantes para detectar niveles de conceptualización, nivel de análisis y progreso en síntesis.

2.6 Diseño Metodológico

Se aplicó un diseño cuasiexperimental con pretest-postest y grupo testigo, en el que los tratamientos aplicados a los grupos experimentales de 3o, 5o, 6o y 7o fueron el modelo integrado de Perkins y Simmons, el método de proyectos integrados, los mapas conceptuales y la fantasía. En el grado 10o se trabajaron los mapas conceptuales, el método problémico y el modelo de Perkins y Simmons. El área trabajada en los cuatro primeros grados fue la de ciencias naturales, en tanto que en el grado 10o se experimentaron las extrategias mencionadas en el área de Física.

Pero el diseño no fue exclusivamente cuasiexperimental, cuantitativo. Se combinó con "investigación

formativa" (Walker, 1992), ésto es aquel tipo de investigación en la que los maestros son investigadores ellos mismos haciendo docencia investigativa en sus aulas y en el medio, no como potadores de un tratamiento que otros controlan y analizan, sino tomando decisiones; llevando diarios de campo; atendiendo a la vez la metodología de la investigación y las necesidades de la comunidad; observando, aplicando, entrevistando, consignando por escrito haciendo del aula y otros ambientes de aprendizaje un laboratorio suyo de enseñanza-aprendizaje.

3. EJECUCION: CAPACITACION, MONTAJE, ACOMPAÑAMIENTO DEL PROYECTO Y RECOLECCION DE DATOS

El proyecto se llevó a cabo, en su fase de campo, entre finales de agosto de 1994 y finales de agosto de 1995. Del 25 de agosto al 23 de septiembre de 1994 se trabajó en capacitación de los docentes y montaje del experimento; entre el 23 y 30 de septiembre de este mismo año se instaló y puso en marcha la aplicación de tratamientos con acompañamiento y seguimiento apropiados; y entre octubre de 1994 y agosto de 1995 se realizó

una aplicación experimental más sistemática, con algunas interrupciones debidas a periodos de anormalidad académica.

3.1 Capacitación de Docentes

Este proceso, básico para una adecuada aplicación de los tratamientos experimentales, se inició los días 25 y 26 de agosto de 1994 con sesiones formales de inducción al proyecto y presentación de las estrategias de enseñanza de las ciencias que se introducirían, a saber: mapas conceptuales, método de proyectos, utilización de la fantasía y solución de problemas, todas ellas integradas en el modelo de perkins y Simmons planteado en el marco conceptual del proyecto. Cuarenta y seis (47) docentes, 12 de 10º grado, 1 de tercer grado, 1 de séptimo, 15 de 6º y 18 de 5º, asistieron a la inducción general y luego, en dos grupos, los de 10º aparte, realizaron talleres de profundización sobre los tratamientos mencionados, trabajando más sobre mapas conceptuales y solución de problemas los de 10º y más sobre fantasía, mapas conceptuales y proyectos integrados los de 3º, 5º, 6º y 7º.

Se entregó a los participantes un paquete básico de documentos amplificadores de la información y se les administraron pruebas de conocimientos básicos en física y biología, con el objetivo de propiciar, a partir de su análisis y discusión, el cambio conceptual

y metodológico en los docentes. Solo si ésto se logra en los maestros, éstos podrán implementar el cambio conceptual en sus alumnos. Por otro lado, se aplicó a los estudiantes de los grupos experimentales y de control una prueba de habilidades a manera de preprueba para constatar al final efectos de los tratamientos, no solo sobre cambio conceptual, sino también sobre análisis, síntesis y solución de problemas.

De los 46 docentes que participaron en la inducción y capacitación iniciales, quedaron finalmente dos de 10º, uno de 7º, uno de 6º, uno de 5º y uno de 3er grado para adelantar la fase experimental con sus respectivos grupos. Dichos docentes ejercen en los municipios de Armenia, Génova, Circasia, Buenavista, Montenegro y Pijao, en cuyos grupos se aplicaron las pruebas de habilidades. En sus colegios y escuelas fueron visitados varias veces, entre septiembre 1994 y agosto de 1995, para un acompañamiento e intensificación de tratamientos.

3.2 Montaje y Acompañamiento

La capacitación inicial no logró impartir claridad suficiente para el montaje de los tratamientos, particularmente el de la metodología de proyectos en 3o, 5º, 6º y 7º grados, según pudo constatarse en el proceso de seguimiento, por lo cual se planearon sesiones

adicionales en octubre, marzo y mayo con los docentes de la muestra final.

Estas sesiones fueron dedicadas a verbalizar debilidades y fortalezas de la aplicación experimental. A partir de unas y otras se adelantaron talleres colectivos de diseño y desarrollo simulado de prototipos de proyectos con los docentes de 3º, 5º, 6º y 7º y de discusiones epistémicas y solución de problemas con todos los grados. El ejercicio brindó confianza a los maestros quienes se comprometieron a reforzar su trabajo, como en realidad lo hicieron.

Se pidió a los participantes llevar un diario de campo o registro de su experiencia cotidiana en el cual deberían consignar aciertos, dificultades, logros de los alumnos y motivación. Paralelamente ellos recomendarían a los alumnos hacer otro tanto, sobre todo con respecto a la realización de proyectos.

En estas sesiones se entregó a los docentes nueva información, particularmente de procedimientos operativos para el desarrollo de mapas conceptuales por parte de los alumnos, la ejecución de proyectos y el manejo de heurísticos y de sencillas prácticas constructivistas en el aula. Se llevaron a cabo también clases demostrativas en física y matemáticas, como ejercicio de los tratamientos.

Estas visitas de profundización en la capacitación fueron altamente valoradas por los maestros y su efectividad pudo constatarse en las visitas de junio de 1994 y agosto de 1995.

Entre las visitas de octubre de 1994 y agosto de 1995 el investigador de la Universidad del Quindío prestó asesoría permanente a los docentes experimentales.

3.3 Recolección Final de Datos

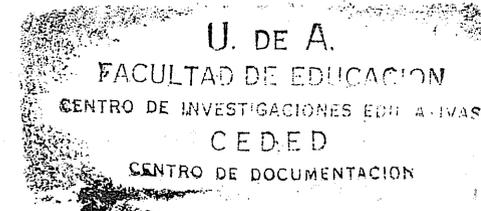
Los días 9, 10 y 11 de noviembre, en vísperas de la culminación del año lectivo, se realizó una visita para recoger la información de resultados del experimento en diversos campos en 1994. Todos los investigadores se desplazaron a los cinco municipios donde aplicaron pruebas de conocimientos y de habilidades, realizaron entrevistas a docentes y entrevistas clínicas a los estudiantes, ésto es, entrevistas no estructuradas ni estandarizadas para sondear la seguridad conceptual de cada estudiante, así como la presencia y desarrollo de las habilidades que el experimento buscó fortalecer. Un 20% de los alumnos de cada grupo experimental y control fue entrevistado. Lo mismo se hizo en la visita final de agosto de 1995.

Hay que anotar, como ya se dijo, que las pruebas de conocimientos y habilidades fueron sometidas a pruebas piloto

para asegurar validez y confiabilidad. Además de las pruebas y las entrevistas se recogieron los protocolos y diarios de campo que los docentes fueron llenando sobre toda la experiencia, particularmente en torno a las estrategias de mapas conceptuales, fantasía, proyectos y solución de problemas. Asimismo se recolectaron mapas conceptuales hechos por los estudiantes al comienzo y al final del experimento, ensayos sobre las fantasías trabajadas y resultados de los proyectos realizados por los grupos.

Finalmente, se efectuó una sesión colectiva con los docentes de 3º, 5º, 6º, 7º y 10º para escuchar opiniones, apreciar motivación y actitud hacia lo realizado, apreciar la profundidad de aplicación de los tratamientos en los diferentes grupos y las metas y proyección de los docentes con respecto a los primeros.

Todos estos materiales, pruebas y entrevistas grabadas constituyeron bases riquísimas para el análisis de procesos y resultados, análisis que se presenta en el capítulo siguiente.



4. ANALISIS DE RESULTADOS:INTERPRETACION DE PROTOCOLOS VERBALES, DE INFORMES ESCRITOS DE DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y DE DATOS ESTADISTICOS SOBRE HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS

Fuente importante de análisis no cuantitativo de resultados del proyecto fueron los informes verbales y escritos de docentes y estudiantes sobre la implementación de los tratamientos. Para este análisis de contenido se consideró que los informes de los maestros y los trabajos diversos de los alumnos, objetivados en su escritura, reflejan el pensamiento de unos y otros. Fue menester leer este registro escrito cuidadosamente para ir identificando códigos o categorías que permitieran leer entre líneas y párrafos y esquemas los significados orgánicos del pensamiento de los sujetos. Tales esquemas pueden atribuirse en alguna medida a efectos que los tratamientos producen en ellos, a construcción y transformación intelectual proveniente de dichos tratamientos si se detecta congruencia entre los

esquemas cognitivos y la índole de los tratamientos, o si al menos se entrevé en los sujetos de los grupos experimentales una complejidad mayor que en los de los grupos de control.

La primera lectura, asociada con los propósitos del proyecto, sugirió unas categorías generadoras u organizadoras del análisis. En los docentes afloraron tres categorías, a saber: el cambio metodológico o de paradigma de enseñanza, esto es, el grado de asimilación y aplicación del modelo de Perkins y Simmons; el cambio de la estructura de la clase; y la motivación resultante de la asimilación y trabajo con los tratamientos introducidos. En los estudiantes las categorías generadoras fueron la asimilación de los tratamientos que les fueron aplicados (mapas conceptuales, método de proyectos integrados, solución de problemas, y la fantasía); la motivación; y el cambio conceptual o por lo menos cierta transformación intelectual observada a partir de análisis de protocolos de entrevistas clínicas y del análisis de datos de pruebas de habilidades y conocimientos.

Analicemos los resultados del experimento a través de estas categorías en docentes y estudiantes.

4.1 Cambio en los Docentes

4.1.1. Presencia del Modelo de Perkins y Simmons

Es el eje en torno al cual giró el experimento, o al menos su intencionalidad. Las cuatro estructuras de conocimiento que el modelo maneja son: solidez de contenidos, seguridad epistémica, solución de problemas e investigación. Estas fueron operacionalizadas en procedimientos de fácil aplicación por parte de los docentes, como los mapas conceptuales, la fantasía, los proyectos integrados y un esquema de solución de problemas apoyado por heurísticos.

Lo anterior explica la presencia de estos tratamientos concretos en el experimento y el análisis que sobre ellos aquí se emprende. Es menester plantear de entrada que estas estrategias, introducidas para generar cambio conceptual y desarrollar progresivamente las concepciones de los alumnos, requieren un período relativamente largo de intervención, tiempo que no se tuvo en este experimento inicial.

Leídos los informes presentados por escrito por los docentes, se refleja en ellos una doble realidad: entusiasmo creciente debido a los resultados que los tímidos cambios de paradigma van arrojando; pero a la vez una sensación de que el tiempo fue insuficiente para instalar completamente los tratamientos y lograr su acción integrada o combinada de los cuatro componentes,

hecho que genera visible ansiedad entre los maestros. Los niveles conceptuales con los cuales éstos sustentan sus prácticas pedagógicas son muy generales e indiferenciados en la mayoría de los casos; quizá es uno de los elementos que más pesa para la transformación y aplicación de modelos, así sea en forma de réplica o de experimentación para la confrontación con las realidades existentes. Veamos como se reflejan los componentes del modelo central del proyecto en los informes o protocolos de los maestros.

4.1.1.1 Estructura de contenidos

Este componente del modelo de Perkins y Simmons formula críticas a la estructura convencional de exposición de contenidos a partir de textos en forma "ritual", sin priorizar conceptos, principios o procedimientos, permitiendo que concepciones ingenuas sean asimiladas y que las preconcepciones existentes permanezcan incuestionadas. El modelo propuesto busca que se evalúen estas preconcepciones, se jerarquicen los conceptos, se profundice la información, se presenten conceptos contradictorios retadores de las preconociones y se propicie transferencia de los conceptos a situaciones nuevas para evaluar su claridad, precisión y poder.

La lectura de los informes o monitorizaciones del proyecto realizadas por los mismos docentes, así como las entrevistas hechas a éstos al término del año lectivo, demuestran que este componente no fue suficientemente asimilado. Los comentarios de los maestros dejan ver débiles destellos de este componente, pero su manejo es incompleto. No se demuestra habilidad de manejo de situaciones en las que se perciben concepciones erróneas. En efecto, la profesora de 6º grado anota, después de evaluar mapas conceptuales de los alumnos: "Pude observar que algunos tenían conocimientos de algunos conceptos que en ningún momento pude pensar que supieran", reflejando comprensión de la teoría del cambio conceptual en cuanto a la existencia de preconocimientos, pero hasta ahí llega sin emprender intervención adecuada para aprovechar didácticamente la situación.

Una docente de 5º grado de Montenegro manifiesta que los alumnos "aún no interiorizan los conceptos, los buscan en los libros y los escriben como están allí, pero llegarán con estos tratamientos a aportar sus propias ideas". Se percibe también en este caso que la maestra comprende elementos presentes en el aprendizaje de las ciencias, pero no pasa a manejarlos, a tratar la asimilación con los procedimientos que se les pusieron a disposición. Solo asevera que "con estos trabajos llegarán a aportar sus propias ideas", expresando un futuro verbal que

refleja un manejo aún no suficientemente capaz de resolver las dificultades observadas. Esta inseguridad se refleja en el débil cambio conceptual en los alumnos o en una débil transformación intelectual como se verá en su oportunidad.

4.1.1.2 Estructura epistémica

Como se expuso en el marco conceptual, este componente del modelo integrativo de Perkins y Simmons se refiere a las normas que fundamentan los conceptos de los estudiantes, a sus creencias sobre la ciencia, a sus intuiciones ordinarias que interfieren el aprendizaje de conceptos y teorías de mayor validez. Lo propuesto en el proyecto era discutir con los estudiantes en diversas oportunidades su estructura epistémica para cambiar elementos impropios y afianzar las bases válidas de sus concepciones. Las mismas concepciones alternativas existentes sobre aprendizaje de las ciencias forman parte de la estructura epistémica de docentes y estudiantes.

Este componente del modelo fue el menos trabajado y aún comprendido por los docentes. En la última reunión de evaluación así lo hicieron saber y solicitaron más documentación al respecto y capacitación sistemática para incorporar en su práctica didáctica acciones relativas al trabajo de esta estructura.

Se hizo evidente que el profesorado no tiene en cuenta la existencia de esta estructura, su papel determinante en el afianzamiento de ciertos preconocimientos y su incidencia en la asimilación errónea de conceptos y en la poca motivación frente a conocimientos que implican cierta complejidad o entran en contradicción con sus creencias previas desarticulando su ecología conceptual. Los docentes tienden a asumir que la mente del alumno estará presta a recibir y asimilar fluidamente sus enseñanzas tales como ellos las plantean y a combatir transformaciones que se aparten de la pureza de las concepciones válidas.

De todas maneras los profesores del experimento reconocieron honestamente la carencia que tenían frente a esta estructura y la necesidad y disposición para abordarla en el próximo año.

4.1.1.3 Solución de problemas

Esta tercera estructura de conocimiento tuvo mayor aplicación al menos en tres de los cinco grados, esto es, en 5º, 7º y 10º. Los dos tratamientos ideados para materializar una didáctica basada en problemas surtió efecto. Tanto las manifestaciones verbales de los docentes y sus informes escritos sobre la experiencia, por un lado, como los productos concretos de los estudiantes, relacionados con mapas conceptuales y proyectos, aportan

pruebas fehacientes al respecto. Sin embargo, es menester distinguir entre habilidad específica ligada a ciertas áreas y habilidad general ligada a transferencia. La primera, promovida por los mapas y los proyectos, exhibió progresos, no así la general.

Los mapas conceptuales y el método de proyectos fueron incluidos en el experimento, entre otras cosas, como procedimientos operacionalizadores de la estructura de solución de problemas. Los mapas son instrumentos mediante los cuales se resuelve un problema académico: analizar un concepto global relacionando sus partes y funciones; mientras que el método de proyectos se inicia identificando un problema teórico-práctico de tal naturaleza que, para resolverlo, se necesite acudir a varias áreas de conocimiento y a la experiencia del contexto.

Qué evidencias se recogieron sobre asimilación y aplicación de estos dos tratamientos?. Los estudiantes progresaron significativamente en la elaboración de sus propios mapas conceptuales, simples en un principio, pero de estimulante complejidad en cuanto a diferenciación progresiva (análisis) y aún, aunque en menor escala, en cuanto a reconciliación integradora (síntesis) en las versiones finales. En cada grupo experimental cada alumno presentó varios mapas en los que se notaba la motivación intrínseca fincada en el propio desempeño. El anexo 1 presenta algunos de estos mapas.

Con respecto a la metodología de proyectos, si bien en un principio fue visualizada como algo complejo y difícil de implementar, la capacitación y acompañamiento intensivos movilizaron progresivamente a los docentes a diseñar y ejecutar con sus alumnos excelentes proyectos teórico-prácticos en sus respectivas comunidades. Variada metodología y productos diversos se dieron en los proyectos de los grados 5º, 6º y 7º, como se describirá luego al analizar particularmente cada tratamiento. Puede concluirse, entonces, que este componente del modelo, lo mismo que los mapas conceptuales, fue asimilado efectivamente.

Otro tanto puede decirse de la clase desarrollada por problemas, tratamiento que se aplicó en el grado 10º con base en modelo o esquema explicado a los docentes de física. El informe dado por éstos, y su visible motivación al respecto, así lo comprueban.

Aunque, como se dijo al comienzo de esta sección, la solución de problemas ligada a habilidades específicas fue la estructura de conocimiento que mayor desarrollo tuvo en el experimento, también es cierto que faltó trabajar los heurísticos, hecho reconocido por los docentes, lo que se reflejó en poco desarrollo de la habilidad general. Ello explica que ningún estudiante, ni siquiera de 10º, hayan logrado resolver en la prueba de habilidades el problema de los misioneros y los caníbales,

problema que requiere el uso de los heurísticos de notación y graficación de los viajes a través del río para llegar a la solución.

4.1.1.4 La investigación

El propósito de esta estructura de conocimiento era extender la teoría de las ciencias más allá del aula de clase, buscar aplicaciones, identificar, definir y resolver problemas, consultar documentos y aprender a observar y leer la realidad. El procedimiento sistemático para favorecer la satisfacción de estos objetivos de investigación fue la metodología de proyectos que, como ya se analizó, tuvo un desarrollo destacado en el experimento, según expondrá luego.

La profesora del grado 6º de Buenavista asegura que ha sido tal el desarrollo del proyecto sobre contaminación de la quebrada, que espera poderlo presentar en la feria interna de la ciencia a nivel institucional.

La profesora de 5º grado de Montenegro afirmó:

"Con los proyectos el alumno profundiza más en los temas y va adquiriendo algo que tenemos muy descuidado y es la observación poniendo a trabajar nuestros sentidos, de una manera que cada día se desarrollen un poquito más..."

Otra docente de 5º grado aseveró:

“Creo que empujando los diferentes temas con estas actividades se logra que el niño desarrolle mejor sus aptitudes para llegar al conocimiento y aprender a investigar”.

La docente de 5º grado de Génova apuntó:

“En la realización del proyecto no se nos presentó ningún inconveniente, por el contrario, todas las personas a las que visitamos se mostraron muy amables y nos colaboraron de acuerdo a sus capacidades. Fueron más bien triunfos y éxitos los alcanzados en la realización del proyecto, pues los alumnos visitaron fuentes de mucha credibilidad, lo cual nos incentivó a continuar con el mismo entusiasmo durante todo el tiempo que duró la investigación. Por ejemplo, la charla con el médico del hospital y con otras personas del municipio aportaron grandes conocimientos que los alumnos jamás olvidarán... Se logró integración de la comunidad educativa, ya que tanto alumnos, docentes y padres de familia en una u otra forma aportaron su granito de arena en la realización del trabajo.”

Con la solución de problemas, la investigación logró satisfactorios niveles de asimilación y aplicación; la estructura de contenidos y la estructura epistémica, orientadas al cambio conceptual, tuvieron, por el contrario, escasa asimilación y baja aplicación. En consecuencia la meta de aplicar íntegramente el modelo de Perkins y Simmons en sus cuatro componentes se logró apenas moderadamente.

4.1.2. Cambio en la Estructura de la Clase

Como se planteó antes, los tratamientos perseguían no solo el cambio de paradigma metodológico, sino también el cambio en la estructura de la clase. Pues bien, los informes de los docentes dejan traslucir de veras el cambio en la estructura de la clase y su manejo.

La titular del grado 6º experimental de Buenavista, por ejemplo, cuenta como estimuló a los alumnos a elaborar sus propios mapas conceptuales, primero en grupos de tres estudiantes y luego individualmente. Los incitó también a elaborar los mapas, no a partir de los textos, sino de los conocimientos que ellos tuviesen sobre los temas objeto de estudio, así no fuesen completos. Se afianzó la consulta en biblioteca a partir de los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes y ello en tiempo de clase y se fomentó la participación en torno a eventos de fantasía narrados por los alumnos. Después de cada ejercicio de fantasía dirigido por la profesora se dió oportunidad para adelantar elaboraciones cognoscitivas, actitudinales y de motivación para hacer lúdicos la permanencia en el aula y el aprendizaje. A este respecto la profesora manifestó haber preguntado al grupo o a determinados alumnos:

“Qué partes de los ejercicios fueron más fáciles y cuáles los más difíciles?. Era en color tu fantasía?. Qué emociones experimentaron antes, durante y después de la fantasía?”.

Los docentes del grado 5º de Montenegro subrayaron:

“La reunión en grupos para resolver talleres y preguntas los vuelve más activos”; “se nota en el estudiante más participación, creatividad, dinamismo y alegría”; “su capacidad para participar y hablar aumenta.”

El docente del grado 7º de Génova anotó:

“En el último período trabajamos con proyectos. El comentario de las niñas y el mío propio es que fue una forma diferente de dar la clase; yo no tenía que estar en un tablero dando algo...O en laboratorio, sino que las niñas se apersonaban de un tema y hacían consultas, conseguían documentos, información para después poner en común.”

La docente del 5º grado de Génova expresa:

“Si logramos una verdadera integración con la fantasía, los mapas conceptuales y los proyectos integrados, daremos un gran cambio hacia la enseñanza de las ciencias naturales.”

En reunión de evaluación final del proyecto los docentes comentaron que “se está proyectando un nuevo paradigma educativo”; “el estudiante ha participado más”; “ya no se habla

tanta incoherencia”; “se ha redescubierto qué es investigación”; “los problemas que trabajamos antes eran solo ejercicios pero no solución de problemas. Uno debe cambiar esto para llegar a soluciones reales”; “nos estamos asomando al cambio”; “la heurística debemos implementarla y llegar a la investigación que es lo más difícil. Hay que seguir insistiendo.”

El espacio interior del aula cambió en varios grupos: se exhiben en carteleras y muros los mapas conceptuales de los alumnos, los cronogramas de los proyectos y los productos de éstos, generando un tipo de relación diferente entre docentes y alumnos.

Estos testimonios hablan en favor de un cambio en gestación en la estructura de la clase, tanto en el papel del docente como en el desempeño de los estudiantes.

4.1.3. La Motivación en los Docentes

La motivación positiva de los docentes salta a la vista al leer los informes de éstos sobre el seguimiento del experimento. A medida que dan cuenta de la marcha de la experiencia se nota la complacencia con el cambio de actitud de los alumnos, así como con los resultados que a veces van más allá de lo que los maestros esperaban, impactando su curiosidad. La docente de ciencias de 6º grado de Buenavista anota, por ejemplo:

“Pude observar al evaluar los primeros mapas de los alumnos que algunos tenían conocimientos de algunos conceptos que en ningún momento pude pensar que supieran.”

Manifiesta también directamente que le han gustado las nuevas estrategias y que las utilizará en 1995. En vacaciones leerá sobre ellas.

La docente de Montenegro (5º grado), luego de resaltar las bondades de los tratamientos y sus efectos en los alumnos apunta:

“Queremos hacerlo mejor cada día. Por mi parte me sentí muy asustada al comienzo, pero fui adquiriendo más confianza y quedo con un compromiso y una deuda de mejorar.”

El profesor de 7º grado de Génova, comentaba:

“Me gustaría continuar. Lo que me motivó es que nosotros estamos viendo el bajo nivel en ciencias tanto del colegio como de todo el departamento...Esto lo llevó a uno a cuestionarse y a buscar otras estrategias...Empezamos hace dos meses y yo he visto cambio positivo de actitud y aptitudes en los alumnos...Me gustaría continuar para ver que resultados se pueden encontrar en este proyecto... Siquiera uno o dos años para ver que se puede sacar de esto...”

En la reunión final con el grupo de docentes éstos manifestaron

que el cambio proyectado era de un nuevo paradigma educativo; que sentían estar partiendo casi de cero, pero con alta motivación y ánimo de trabajo. Desean seguir insistiendo el próximo año, porque el tiempo de experimentación fue poco. Todos exhibieron avidez por conocer más sobre los tratamientos y solicitaron, como lo habían hecho durante el experimento, documentación al respecto, lo cual es indicio claro de la motivación generada. Esta motivación no surgió como por generación espontánea desde un principio. Tuvo su proceso en el cual pueden identificarse fases incrementalistas y el compromiso con el cambio metodológico surgido de la motivación y dominio de los tratamientos.

4.1.3.1 El proceso motivacional incrementalista en el docente

Los cambios en cualquier sistema implican siempre una reorganización de sus estructuras y por tanto generan un desequilibrio que se da entre la transición del momento estimulador de la nueva situación y la asimilación de la misma. Los cambios o son fruto de erupciones violentas generadas, en su gran mayoría, desde fuera, o lo son como una dinámica interna de una permanente reestructuración de esquemas conceptuales frente a las ciencias, la tecnología y la cultura y a

los modos de desarrollo personal caracterizados por la madurez personal frente a las nuevas exigencias del cambio.

Las formas de reacción personal frente a las nuevas alternativas dependen de varias condiciones: unas derivan su reacción dependiendo de los modelos culturales y en este sentido hay sociedades en las que sus grupos humanos se resisten más o menos a las nuevas condiciones frente a alternativas que de alguna manera son un desequilibrio y que por lo tanto generan conflicto tanto personal como social y consecuentemente una resistencia al cambio como un mecanismo natural para preservar su condición que le permite dar cierta seguridad y una identidad; hay quienes por su preparación, están en permanente situación de cambio y por tanto son más permeables a las nuevas condiciones. En muchos docentes se observa que existe una actitud de cambio y que operan creativamente sobre su entorno pedagógico. Pero las dificultades conceptuales, sean relacionadas con el saber específico o con el saber pedagógico, debilitan los mismos avances y estructuración por escrito de sus experiencias.

Las reacciones de los docentes frente a las nuevas alternativas dependen fundamentalmente de sus experiencias pedagógicas, de la preparación científica que se tenga frente al saber específico y de las alternativas de desarrollo personal.

En el caso del experimento sobre enseñanza de las ciencias existen dos momentos en el desarrollo motivacional de los docentes que se convirtieron en coinvestigadores: el primero, **expectativa** es generado por la fase de sensibilización en la que se dieron a conocer los delineamientos generales del programa y la posibilidad de vinculación al mismo. Expresiones como:

“A mi me parece interesante...Pero es que ya no hay tiempo para...”

“Yo entiendo eso, pero eso tiene mucho **trabajo** y con la cantidad de trabajo que se tiene no se puede cumplir a dos señores...”

“Eso qué estímulo tiene...más trabajo para uno, pero eso no le estimula a uno a seguir con más cosas...”

“Yo lo voy a pensar y luego le informo.”

“Me parece que eso tiene mucha importancia y sería importante participar, pero si nos dan más orientación.”

“Voy a meterme en eso, por algún lado uno debe salir de alguna manera.”

Las expresiones anteriores dan cuenta de las manifestaciones actitudinales de desconfianza en el proceso a seguir, de la poca credibilidad de lo que ellos mismos son capaces y, finalmente, del ánimo de otros para afrontar los nuevos retos.

Los momentos de **expectativa** tienen su culminación en el instante de tomar decisiones, al final de la primera sesión. La mayoría de los docentes cuando se les cita a este tipo de eventos lo toman como un pasatiempo más que les permite romper con su rutina pedagógica y para realizar otras cosas pendientes de su vida personal o social.

Un **segundo momento** está caracterizado por la **operatividad** y participación dadas por la sesión de trabajo número 2 en la que se explicitaron los principios, los procesos metodológicos y la realización de las experiencias en vía de la conceptualización y desarrollo didáctico.

Los procesos metodológicos adelantados, generalmente, para la actualización, capacitación o perfeccionamiento docente, son muy expositivos y de carácter informativo. El **grado de interacción persona a persona** implementado en la presente investigación, generó una mayor confianza en el proceso a seguir, lo cual produjo **mayor estímulo y atención frente a lo que se esperaba estudiar**.

El **acompañamiento, la asesoría y apoyo logístico** en los sitios de trabajo de los docentes permitió consolidar el equipo de trabajo. Poder dialogar, el compartir sus experiencias, sus hallazgos, sus dificultades y recibir apoyo conceptual y

metodológico, dió mayor seguridad para la realización de la experiencia.

Para la gran mayoría eran desconocidos los planteamientos teóricos y metodológicos propuestos por la investigación. En un primer momento la asimilación de la propuesta se caracterizó por su **acriticidad** la cual se fue modificando en la medida en que la experiencia se iba consolidando por parte de los participantes y se comenzaba a asimilar la teoría que sustentaba la propuesta investigativa. Los referentes teóricos llaman la atención, en primera instancia, ya que los modelos -esquemas cognitivos- de los docentes se toman más como **modelos** a seguir, no como la construcción personal de una experiencia investigativa o de dinámica interna en el quehacer cotidiano.

El proceso **autogestor y protagónico** llega a su culminación cuando a través de la experimentación los docentes se ven evolucionando de una situación de **novatos a la de expertos**. Cuando sus experiencias van demostrando que sus paradigmas pueden ser replanteados, se ven ante la necesidad de pedir mayor acompañamiento y **evaluación del proceso**, situación que no era sentida en la mitad del mismo. La **autoevaluación** se va consolidando, como una tercera fase a medida que se tienen los intercambios de experiencias vivenciales en los pequeños grupos de trabajo y mayor seguridad conceptual y metodológica.

El máximo nivel motivacional se ve explicitado cuando se va descubriendo que las nuevas alternativas le van dando un resultado de mayor compromiso con el estudiante. En esta etapa el nivel de expectativa se centra más en lo metodológico que en lo axiológico y en el desarrollo conceptual acerca de lo que se está haciendo.

Los niveles motivacionales no son de igual tendencia en todos los docentes. La experiencia demostró que los docentes que trabajan en los grados inferiores del sistema escolar demuestran una mayor motivación por el cambio y se ven más comprometidos con el proceso que los docentes que trabajan en los grados superiores. Estos se ven mayormente comprometidos con la **asimilación conceptual** que con la experimentación y desarrollo del proceso; son menos experimentales en su aula de clase y demuestran menor compromiso. Están ceñidos a sus programas y quizás una variable que afecta dicha situación es la relacionada con el momento en el que se desarrolla la experiencia: finalizando el año escolar.

El apoyo conceptual y metodológico que se presentó en los grupos de trabajo y con el material de lectura relacionado con el saber pedagógico y con el saber específico, objeto de su especialidad, fue igualmente tratado por la mayoría del grupo. La falta del hábito por la lectura dificultó el abordaje crítico de los documentos. No obstante, se generó un cierto interés por su

contenido. A este respecto es conveniente generar una lectura crítica que permita un mayor acercamiento a la ciencia, la tecnología y la cultura.

4.1.3.2 Compromiso con los planteamientos, y seguimiento del cambio metodológico propuesto

Bruer (1993) planteaba que: "...para desarrollar la destreza en cada área se requiere ser un maestro y **dominar** un campo específico del conocimiento". Todo cambio en la estructura conceptual requiere de un tiempo para su consolidación. La vivencia de los procesos requiere ambientes y espacios donde se **recrea** -se recorra el camino que otros han recorrido- para lograr las aplicaciones, análisis, transferencias y generalizaciones que de otra manera no sería posible aplicar en el aula de clase.

El desarrollo metodológico está íntimamente comprometido por los niveles conceptuales con los que llega el maestro al aula de clase. En la experiencia planteada el primer nivel de acercamiento está dado por la aproximación **metodológica de aplicación por modelos**. El primer acercamiento a la transformación de la práctica pedagógica está dado más por la estrategia que por los heurísticos que se emplean.

En este nivel se hace **replica de los procesos** y se trabajan más por la vía de la ejercitación que por la vía de la comprensión. En el proceso se va generando un segundo momento que se puede denominar de **comprensión**, por el cual se trata de entender el **por qué de tales fenómenos** y se producen las reconstrucciones de las experiencias mecánicas con miras a darles sentido de estructura para su asimilación. Estos momentos van acompañados por la necesidad de penetrar un poco más en los niveles conceptuales que sustentan tales propuestas. Aquí la práctica va generando preguntas e inquietudes que inducen a la **socialización** de las mismas, como un tercer momento. La necesidad de intercambio produce sistemáticamente y en lógica consecuencia la necesidad de la comunicación, así sea en forma verbal, ya que por escrito aún queda muy difícil porque nuestros docentes no tienen el hábito de la escritura y no sienten la necesidad de registrar su práctica pedagógica.

La posibilidad de **recontextualizar, replantear y redefinir** los elementos conceptuales como metodológicos no se dan en un primer momento y van apareciendo de manera aislada desde lo metodológico hasta lo estrictamente conceptual. El nivel conceptual en un primer momento parece no tener la dinámica necesaria para el cambio, pero progresivamente se reconstruye,

aunque en muchas ocasiones no se tenga el valor de modificar las concepciones erróneas.

El acompañamiento con intención de generar desequilibrios permanentes, pero con el propósito de clarificar posiciones erróneas, suscita un nivel de comunicación diferente al que se presenta al inicio de las sesiones iniciales. De agente pasivo y receptivo un tanto ajeno a lo planteado en el discurso previsto, se pasa a una comunicación de diálogo y de socialización de experiencias.

Inicialmente se pudo percibir que el someterse a las pruebas de precisión conceptual dejaba entrever una actitud poco receptiva ya que los docentes se sentían fiscalizados en sus conceptos. Pero, en la medida en que los talleres experimentales se fueron realizando, se fue comprendiendo su finalidad y se percibió tal actividad como el modelo para aplicar en el aula y como oportunidad sensibilizadora para una revisión de las prácticas pedagógicas.

En los grados 5º, 6º y 7º la estrategia que más motivó al docente fue la de los mapas conceptuales que se aplicó desde el comienzo y en la cual se logró una mayor actividad por parte de los docentes y de los alumnos. La estrategia así presentada causa buena impresión, aunque de momento no se haya superado el proceso instrumental y no se haya logrado develar otras bondades de la metodología. La otra propuesta

metodológica fue la de la fantasía en la que se hizo una repetición más bien mecánica y reproductiva, ya que faltó haber vivenciado el proceso en el mismo docente para que la estrategia pudiera dar los efectos esperados; no se lograron variaciones significativas de la experiencia y poca integración a los contenidos.

Finalmente, la estrategia de los proyectos se logró en buena medida una vez que docentes y alumnos se sintieron partícipes de los procesos. El fenómeno de transferencia y aplicabilidad fue abriéndose paso hasta encontrar en los grados mencionados un buen producto como elemento motivador. Ello generó muy buena motivación. En esta actividad los participantes demostraron un interés particular por recibir la asesoría que se les iba presentando en las diferentes visitas.

Las expresiones:..."yo, para el año entrante quiero seguir lo que vine realizando...", ... de momento las cosas se quedaron a mitad de camino pero sí se ve que los alumnos aprenden mucho más, se encuentran más interesados"; "Lo que más impresionó a mis compañeros de trabajo fue la realización de los mapas conceptuales." son testimonio de la motivación despertada.

4.1.3.3 Cambio conceptual en los docentes y alumnos

La experiencia ha demostrado que las nuevas miradas que se pueden generar en la escuela y en la vida interior del maestro "dependen de un conocimiento altamente organizado en el campo específico, que puede darse únicamente después de adquirir una amplia experiencia y práctica en ese mismo campo" (Bruer, 1993).

Los docentes que desde el comienzo se comprometieron con el proceso mostraron una mayor apertura hacia el cambio, proceso que se evidencia en la necesidad de abordar lecturas complementarias que los llevan a una mayor profundización. Igualmente las asesorías que se brindaron en los sitios de trabajo demostraron una mayor necesidad de poder comunicar y participar de sus experiencias. Hablando con los compañeros de trabajo e incluso con los directivos de la institución, unos y otros han percibido un cambio significativo en la cotidianidad del docente al igual que el impacto que está generando en los otros compañeros. Las expresiones siguientes así lo sugieren:

"...El profesor nos ilustró sobre lo que estaba realizando con ustedes y nos pareció muy importante para poderlo implementar en toda la institución."

"Yo le he preguntado al profesor sobre lo que está realizando ya que veo muy encarretados a sus alumnos y a él mismo y me llama la atención. El ya me ha prestado algunos documentos que he venido leyendo con mucha atención."

“Me gustaría que para el año entrante todos los profesores recibieran la capacitación que ustedes les han brindado a ellos; es que se nota el cambio y eso es un buen ejemplo”.

Todas estas expresiones demuestran que indudablemente hay un cambio comportamental significativo que es necesario seguir manteniendo y estimulando con miras a consolidar un cuerpo coherente de conceptos, principios, estrategias hasta conformar una comunidad docente capaz de producir conocimiento por el cambio de estructuras conceptuales.

En el momento en que se encuentran los docentes responden más por lo que dicen los demás y muy poco por la construcción de sus propios procesos, lo cual no quiere decir que ello sea negativo, por el contrario es un primer paso necesario para la consolidación de sus propios principios.

Una de las mayores dificultades, en algunos docentes ha sido la de registrar sus propias experiencias lo cual ha debilitado el proceso de socialización de sus actividades pedagógicas. Algunos de los textos que se leen aún se siguen tratando de manera acrítica conservando la actitud de espectador pasivo frente al autor. Los niveles de síntesis no se evidencian con claridad al igual que los procesos de transferencia, aplicabilidad y generalización.

La situación que se describe se evidencia en que la práctica pedagógica sigue siendo aún muy directiva. El nivel de participación, por ejemplo, en los desarrollo de la fantasía aún no es tan protagónico. En el caso de los mapas conceptuales se sigue diciendo como hacerlos. En la medida que el maestro descubre mayores bondades de la estrategia da mayor libertad para su realización. En el caso de los proyectos los docentes que tuvieron una mayor asesoría, porque así lo pidieron, lograron mayor diversidad de alternativas manifestadas por sus propios alumnos. Es el caso en el que un profesor descubre que sus alumnos quieren presentar la evaluación de su materia por medio de los mapas conceptuales.

Los conceptos que inicialmente tienen los docentes sobre las estrategias y niveles conceptuales son indiferenciados y generalizantes. Es decir, lo que aprenden en una área específica lo aplican indiscriminadamente en el aula. Por ejemplo la expresión: ...”es que yo voy a seguir trabajo de ahora en adelante todo como mapas conceptuales...de ahora en adelante voy a seguir evaluando todo con mapas... El resultado obtenido en los proyectos me da tan buen resultado que lo voy a aplicar en todas las materias que me toquen para el año entrante”. Pero en la medida que van profundizando, logran los niveles de discriminación que les permite hacer uso racional del concepto y de la estrategia.

Los esquemas con los cuales nuestros docentes trabajan los contenidos de las ciencias, la cultura y la tecnología son de carácter expositivo y memorístico. No hay espacio para el pensamiento y su aprendizaje no es intencionado hacia la creatividad. Estas situaciones son consecuencia de las experiencias en su capacitación, actualización y/o profesionalización. Por tanto los contenidos no tienen una intención específica que pueda redundar en la vida cotidiana de los estudiantes. Cuando se habló sobre la fantasía y sobre los problemas, éstos en un comienzo no estaban referidos a situaciones reales, pero en el proceso de asesoría y acompañamiento la gran mayoría se orientó hacia la realidad de la comunidad.

Los docentes encontraron que cuando las estrategias de aprendizaje se vuelven hacia la realidad de la vida cotidiana de sus alumnos, éstos se interesan significativamente y por tanto hay un mayor interés y motivación para el aprendizaje. En una primera etapa este proceso se hace un tanto directivo ya que los niveles conceptuales de los docentes no han evolucionado como para replantear alternativas diferentes a las que su rutina les indica.

No existe una actitud investigativa en el docente. La confianza brindada por el equipo permitió que ellos comenzaran a replantearse su quehacer pedagógico para hacerlo más

significativo. En un principio se miró la asesoría y acompañamiento como fiscalizadora, pero en la medida en que se dialogaba se presentaban alternativas de parte y parte se generó un mayor diálogo y una mayor confianza en la experimentación intra aula.

Los talleres pedagógicos permitieron a la gran mayoría de los participantes desarrollar procesos de observación, poder hacer comparaciones entre conceptos iniciales y posteriores a su ejercicio y hacer análisis desde su profesión. En el grupo se pudo percibir que se había logrado, en un grado aceptable, la capacidad para expresar ideas, más en forma oral que por escrito. La posibilidad de sugerir hipótesis estaba más relacionada con la pregunta que con la verificación pero es un buen intento para romper con los esquemas predeterminados y poder argumentar posiciones.

Los docentes involucrados en el proceso se hicieron notar en su institución de manera ejemplificante lo cual condujo a que en la mayoría de las instituciones ellos pudieran argumentar y explicar lo que estaban haciendo, permitiendo de esta manera ser multiplicadores de la experiencia.

Para lograr el cambio conceptual en el docente es importante comenzar a compartir su cotidianidad comenzando por resaltar su labor pedagógica y acompañarlo en sus procesos didácticos. Los procesos expositivos o de talleres ejercitantes que dan la

sensación de modelos no permiten desestructurar las viejas concepciones. El acercamiento a nuevas visiones epistemológicas va dando vía a la necesidad de la búsqueda permanente, de crítica y pensamiento creativo. Las actividades de asimilación van siendo progresivas en la medida que el docente es conciente de sus deficiencias:..."Yo si estaba muy mal... verdaderamente me toca cambiar este concepto, pues uno lo enseña así porque así me lo enseñaron...etc.

Un síntoma que indica, de alguna manera, que se está efectuando un cambio conceptual es el manifestado en la **apropiación del discurso científico**. Cuando los docentes entran a nuevos discursos juegan con las palabras de los mismos, así ello no tenga la connotación específica. Esto permite establecer nuevos enlaces necesarios para los procesos de conceptualización, análisis, generalización y aplicación. Se dice que en un comienzo el uso de la terminología es indiferenciado, esto es: sirve para denominar cualquier cosa o caracterizar un proceso. Ejemplo: cuando se habla de las prácticas constructivistas muchos docentes dicen: **"ah! es que esto yo lo venía haciendo desde hace...es que eso es lo mismo que..., etc."**.

La actualización del docente en los discursos científicos contemporáneos le da una mayor posibilidad de remitirse a la

realidad que el estudiante está vivenciando estimulado por los medios de comunicación.

Un factor que no se vivenció fue el relacionado con la **autoevaluación** del proceso. En ello hay que insistir un poco más para dar mayor confianza con el fin de generar una verdadera evaluación de sus propios procesos.

El acompañamiento y el seguimiento permanente en el campo de trabajo es fundamental para dar mayor seguridad y confianza.

4.2 Cambio en los Estudiantes

El análisis de resultados del experimento en los estudiantes se adelantó en dos ámbitos diferentes pero asociados: en primer lugar análisis cualitativo de informes escritos y productos presentados por los alumnos, así como de las entrevistas clínicas realizadas con cuatro niños de cada uno de los grupos que participaron en el experimento; y en segundo lugar a través del análisis estadístico de resultados comparativos de los grupos experimentales y de control de los grados 5º, 6º, 7º y 10º en pruebas de habilidades y conocimientos. El análisis cualitativo se orientó a detectar la asimilación de los tratamientos por parte de los estudiantes, la motivación generada y el cambio conceptual. El análisis cuantitativo apuntó a análisis de varianza de pruebas de habilidades y de rendimiento académico.

4.2.1. Asimilación de Tratamientos

Los tratamientos o modificaciones introducidas intencional y sistemáticamente con el fin de propiciar las cuatro estructuras de conocimiento: contenidos claros, solución de problemas, investigación y estructura epistémica, fueron los mapas conceptuales, el método de proyectos, los heurísticos y un modelo concreto de solución de problemas y la discusión sobre creencias y fundamentos epistémicos de los estudiantes. Adicionalmente, como elemento para fomentar la motivación y la imaginación, se introdujo la ejercitación de la fantasía en los grados 3º, 5º y 6º preferentemente.

4.2.1.1 Los mapas conceptuales

Los mapas se introdujeron, como ya fue dicho, a la manera de operacionalizadores de la estructura de solución de problemas académicos. La solución se da con miras a desagregar progresivamente un concepto global, demostrando los conocimientos que sobre él se tienen, y a relacionar conceptos aparentemente no asociados, o sea, con el fin de lograr una reconciliación integradora entre éstos. La primera acción

promueve el análisis, en tanto que la segunda tiende a desarrollar la síntesis, la asociación creadora.

Qué se observó en el experimento? Los estudiantes de los diversos grupos muestrales elaboraron desde el comienzo mapas. Este tratamiento les produjo motivación especial pues les ahorra tiempo de estudio y facilitaba el aprendizaje y la recordación. Al respecto, alumnos de 5º de Montenegro afirmaron:

“No hay que escribir tanto. Con el mapa se da uno cuenta mejor... y aprende más rápido”; “se ahorra tiempo, se resume”; “los enlaces entre conceptos permiten seguir el tema sin escribir tanto.”

Manifestaciones similares se escucharon de los demás grupos. Si bien los mapas iniciales fueron simples y sin mayor jerarquía (pocos niveles de desagregación), los elaborados hacia la culminación del proyecto demuestran un progreso significativo en la habilidad de análisis. En síntesis, en cambio, se logró muy poco a través de los mapas. Virtualmente no se aportaron relaciones cruzadas entre conceptos distantes que demostrasen asimilación del concepto de reconciliación integradora, con muy pocas excepciones.

Se avanzó bastante en esta estrategia, pero faltó profundización sobre la síntesis que es básica en este procedimiento. De los

testimonios recogidos se colige que la asimilación de los docentes al respecto fue incompleta, debiéndose intensificar para la extensión del proyecto.

Aunque en la sesión inicial de capacitación se sugirió la importancia de evaluar los mapas conceptuales, ello no se llevó a cabo en ningún grado.

Novak plantea los siguientes criterios de evaluación del contenido de los mapas:

1. Puntuar todas las relaciones válidas y anotar un punto por cada proposición válida que aparezca.
2. Los niveles válidos de la jerarquía deben ser puntuados con 5.0 puntos por cada nivel.
3. Anotar diez (10) puntos por cada conexión cruzada válida y significativa y dos (2) puntos por cada conexión cruzada que sea válida pero que no ilustre ninguna síntesis entre grupos relacionados de proposiciones.
4. Anotar un punto por cada ejemplo válido de lo que designa el término conceptual.

En conclusión se evalúa la capacidad de análisis y síntesis, la identificación de los conceptos y principios relevantes, como también la capacidad de expresión escrita.

El mapa de todas formas acusa la falta de un ejercicio imprescindible de retorno de información. Este le precisaría a los

alumnos sus aciertos y desaciertos e incluso la información faltante. Los alumnos presentaron únicamente mapas elaborados, de las últimas unidades. En la representación gráfica (mapa) de la higiene digestiva se hubiera podido aprovechar la parte de texto para mostrar algunos esquemas alusivos a cada tema específico tratado.

Es más importante el dibujo sobre **caries de primer grado** que el texto que explica su causa.

En la entrevista realizada al grupo de 7º grado del municipio de Génova, se evidenció la falta de revisión de las ideas previas y la ausencia de breves resúmenes y aún predicciones sobre los temas. En general, puede decirse que los mapas conceptuales pasaron de ser esquemas gráficos de presentación de temas a representaciones gráficas centradas en conceptos y por tanto en la jerarquización de los mismos, pero los niveles de correlación e integración fueron poco estructurados.

4.2.1.2 El método de proyectos

El método de proyectos se introdujo en el experimento sobre enseñanza de las ciencias como estrategia o medio de aplicación de las estructuras de solución de problemas y de iniciación en la investigación. Como ya se dijo, los docentes, luego de un momento de vacilación, se decidieron a diseñar con los alumnos

proyectos concretos y a ejecutarlos con ahinco. Los grados 5º, 6º y 7º emprendieron los respectivos proyectos, así: el grado 6º de Buenavista, adelantó el proyecto sobre La Contaminación de la Quebrada La Picota; y los grupos de 5º y 7º de Génova centraron sus proyectos en El Sistema Digestivo.

Lo primero que los testimonios escritos y verbales de los docentes y los mismos alumnos dejan ver, es un nivel definitivamente alto de asimilación de la metodología: discusión de temas y problemas, selección de un problema teórico-práctico, definición de conceptos básicos, documentación y organización de equipos de trabajo, entrevistas y trabajo de campo, visitas, realización de productos variados como monografías temáticas, carteles, series de fotografías, transcripción de entrevistas, talleres, historietas, informes varios etc. y todo ello con una solvencia exhuberante y una capacidad investigativa que llama de verdad la atención. El proyecto " Sistema Digestivo " del grado 5º de Génova es un ejemplo peculiar al respecto (ver anexo 6). Pero los demás son también testimonios vivos de asimilación. La profesora del grado tercero de Génova dice:

" La experiencia obtenida en el grado tercero fue muy agradable ya que los niños se mostraron muy interesados y motivados por el trabajo, lo cual originó mayor aprecio por el área de ciencias naturales.

La fantasía fue lo que más les llamó la atención ya que ellos son muy pequeños y tienen gran capacidad de fantasear, lo que cuesta un poco en niños mayores.

Los mapas conceptuales fueron los más difíciles de realizar con ellos; los pocos que hicimos me tocó explicarlos varias veces en el tablero.

En la elaboración del proyecto hubo más interés e inquietud, consultaron, investigaron, entrevistaron, dialogaron con otras personas ajenas al plantel, lo cual resulta muy enriquecedor para el alumno. Hubo mucha creatividad en la presentación de los trabajos. Con las anteriores experiencias los niños compartieron, se socializaron y fueron menos egoístas, todos en busca de un mismo objetivo: realizar bien su trabajo. Pudieron intercambiar ideas, compartir responsabilidades y, lo que es más importante, cambiar de metodología en las clases de ciencias naturales. Los niños visitaron y fueron visitados en la escuela por personas que les ayudaron mucho en este trabajo, entre ellos el médico del pueblo para explicarles lo relacionado con enfermedades causadas por el zancudo."

En segundo lugar se aprecia un entusiasmo vívido en los alumnos. Lo dicen ellos mismos y lo ratifican los docentes, como se verificará en la sección 4.2.2.

En tercer lugar el proyecto estimuló la formulación de problemas intermedios para resolver el problema central, la elaboración de pautas de entrevistas y de ensayos y de informes por parte de los estudiantes, lo que propicia el desarrollo de habilidades de análisis, síntesis y solución de problemas.

Por último, se observó la pertinencia social y académica en la escogencia del problema, sobre todo en el caso del grupo de 6º de Buenavista. Pertinencia académica ya que activa diversas áreas del conocimiento para enfrentar la solución, y pertinencia social al abordar un problema sentido en la comunidad como es la basura y la contaminación que su lanzamiento a la corriente de la quebrada ocasiona, con sus secuelas negativas para el municipio.

4.2.1.3 Solución de problemas

En la sección anterior quedó claro que el método de proyectos se introdujo en el experimento como estrategia para familiarizar al estudiante con la solución de problemas y con la investigación.

Uno de los heurísticos sugeridos para resolver problemas fue el de dividir el problema en subproblemas para ir resolviendo el primero por partes. Pues bien, los distintos proyectos desarrollados por los grupos de 5º, 6º y 7º adoptaron este heurístico. El proyecto de Génova (anexo 6) es un ejemplo de

este planteamiento. La digestión se abordó a partir de los problemas de los alimentos en la nutrición de los animales y su sistema digestivo, con visita al matadero municipal para estudiar directamente el aparato digestivo de algunos animales, y con amplia documentación textual y gráfica sobre otros; higiene del sistema digestivo; enfermedades del sistema digestivo, con visitas al médico y al hospital; tratamiento del agua en el municipio de Génova, con visita a la planta de tratamiento del agua y toma de fotos del proceso; visitas al inspector de higiene y al veterinario; etc. Todos estos problemas parciales fueron trabajados por equipos del grupo y luego sus datos fueron sistematizados y compartidos por el grupo total. Pero el heurístico de los subproblemas fue quizás el único heurístico que se trabajó sistemáticamente; los demás sugeridos fueron virtualmente desaprovechados.

No queda duda que este tipo de metodología va desarrollando la habilidad de plantear y resolver problemas. Lo proyectos trabajados por distintos grupos así lo evidencian.

4.2.1.4 La Fantasía

Todos los grupos que fueron tratados con esta estrategia, éstos es, 3º, 5º, 6º y 7º, pensada como medio para motivar y despertar la imaginación que es base de la investigación y de la solución

de problemas, trabajaron la fantasía. Sobre ello afirma la profesora de 5º de Génova:

“ La fantasía fue una de las experiencias más bonitas...fue muy grata pues los alumnos vivieron personalmente en su imaginación el recorrido que hacen los alimentos.” ;, “ Las experiencias contadas por los alumnos fueron fantásticas. Hubo en ellos admiración, miedo, alegría, susto y felicidad durante el recorrido que hacían dentro de un organismo. Cada uno de ellos tiene diferentes formas de narrar y manifestar sus sentimientos y reacciones.” ; “ Noté que iniciar una clase con una fantasía es muy productivo ya que se logra mayor interés y entusiasmo hacia el objetivo propuesto. ”

Un niño de tercer grado de Génova narra lo que experimentó durante una fantasía:

“ Cuando me estaba volviendo chiquito sentí unos corrientazos; cuando me metí a la gota de agua estaba muy asustado; cuando me fui a la raíz sentí mucho calor y frío; cuando me subí por el tallo me sentí muy solo; cuando llegué a la hoja miré el paisaje y salté a la tierra y recuperé el tamaño normal.”

Y una niña describe así se experiencia sobre la fantasía de un pistón de motor:

“ Cuando a mi me echaron gasolina aímismo prendió el motor. Yo era lo más importante del carro porque yo asía mucha fuerza

para que prendiera el carro. Cuando yo estaba dando bueltas me sentia remolida y me tubieron que rempujar para poder arrancar...”

El anexo 9 presenta fantasías narradas por los alumnos y la sección siguiente sobre la motivación en los estudiantes recoge manifestaciones particulares de éstos sobre lo que la fantasía significó para ellos.

4.2.2 La Motivación en los Estudiantes

Sobre este aspecto los docentes hacen manifestaciones directas.

La docente de Buenavista (grado 6º) afirma que desde el comienzo “ Hubo buena disponibilidad en varios alumnos cuando estaban realizando los mapas”. La misma docente plantea que a medida que se trabajaban los mapas “La respuesta de los alumnos fue altamente positiva, ya que según ellos se entendía mejor y era más fácil para aprender.” ; “ Los alumnos mostraron más ánimo para trabajar al aplicar los tratamientos.”

La docente de 5º de Montenegro apuntó:

“ Me di cuenta que disfrutaron muchísimo con las fantasías, y que es una forma de descanso y a la vez de aprendizaje y de refuerzo de temas y actividades.” ; “ La fantasía los motiva para

concentrarse en el tema y a entender lo que realizan.” ; “ Se dieron cambios muy positivos en los alumnos, ya que para ellos eran experiencias muy interesantes; se nota en el estudiante más participación, dinamismo y alegría.

Más adelante la docente apunta:

“ Los niños estuvieron muy activos y despiertos para contestar, aunque aún se dificulta la evaluación escrita.”

Por su parte los alumnos mismos manifestaron:

“ A mí todo me gustó, pero más que todo las fantasías, porque al empezar sentía como si de verdad yo fuera esa bacteria, el pan. etc...”

“ Pues mí me gustaron mucho los mapas conceptuales: son muy enseñativos, así uno aprende más y es más explicado. También con todo lo del proyecto como también lo de las fantasías.”

“ Me gustó cuando abrimos una planta porque le abrimos el sistema reproductor, le vimos el polen, el tallo lo vimos muy de cerca, fuimos al matadero y vimos matar un toro, le vimos el sistema digestivo y lo mismo a un cerdo que mataron. ”

“ Ultimamente me gustaron más las clases de ciencias naturales porque la profe nos enseñó cosas nuevas y eran muy buenas las clases de naturales, con los mapas y las fantasías yo me siento muy contento.”

“ A mí me gustó mucho los mapas conceptuales, me siento muy bien haciéndolos, ni mis hermanas de bachillerato saben lo que es un mapa conceptual. ”

Las evidencias expuestas deben traducirse en tendencias firmes de mejoramiento en el desarrollo intelectual de los estudiantes y quizás también en el desempeño académico, aunque ello puede ser menos claro debido a que no se trabajaron suficientemente las estructuras de contenido y la epistémica. No serán diferencias muy notables debido al corto tiempo del tratamiento, pero el análisis estadístico refleja las tendencias mencionadas.

Sendos análisis se llevaron a cabo para verificar hasta donde se efectuó el cambio conceptual esperado, no obstante las fallas en las estructuras de contenido y epistémica, y para detectar en que medida hubo progresos en el desarrollo de habilidades. El primer análisis fue análisis de protocolos de las entrevistas verbales y el segundo se llevó a cabo a través de un análisis estadístico de varianza y su consiguiente análisis de medias.

4.2.3 El Cambio Conceptual: Análisis de Protocolos de Entrevistas

El gran propósito de los tratamientos experimentales aplicados en este proyecto de enseñanza de las ciencias fue observar su

efectividad para producir cambio conceptual. Las pruebas tradicionales de evaluación poco aportan al respecto, ya que se limitan a comprobar la presencia de conocimientos o habilidades sin dar información sobre los conceptos vecinos a esos conocimientos, la seguridad de éstos y, en fin, la ecología conceptual global que el estudiante posee. Por tal razón se decidió complementar las pruebas convencionales con entrevistas clínicas que permitieran sondear mejor dicha ecología conceptual, a la vez indagar en qué grado el modelo de Perkins y Simmons, con sus cuatro estructuras de conocimiento, se había puesto realmente en práctica durante la experimentación.

La aplicación de las entrevistas, junto con las pruebas de conocimientos de habilidades permiten determinar el grado de conocimiento y desarrollo de habilidades de solución de problemas generadas a partir de la propuesta metodológica. Los logros de los objetivos en categorías de la estructura epistémica y la investigación son establecidos con base en las entrevistas clínicas y los proyectos, realizados.

Podría hablarse de una simbiosis generativa, simultáneamente de la formación de una estructura en el conocimiento específico y de una apertura inicial hacia la motivación en el proceso de investigación. En el proceso de determinación del carácter epistémico, juegan un papel importante los mapas conceptuales, a través de los cuales podemos establecer esas redes

conceptuales interrelacionadas del estudiante acerca de un objeto de estudio, es decir, las nociones correctas y las preteorías o conocimientos incompletos, inexactos o aún erróneos sobre determinado tema.

Justamente en esta dirección lo que sigue es una actividad de indagación y búsqueda permanente en el proceso de hacer ciencia, de obtener una nueva información que cambie los esquemas mentales impropios que tenía el alumno sobre un objeto de estudio en particular. En esto consiste el cambio conceptual.

Establecer el cambio conceptual exige, desde la perspectiva de Perkins y Simmons, tener claro el alcance de las cuatro categorías por ellos definidas. El contenido específico, la solución de problemas, la estructura epistémica y la investigación, se convierten en los parámetros para medir ese cambio conceptual, después de aplicar una estrategia de enseñanza cuyo objetivo es justamente éste: el cambio conceptual, o al menos un enriquecimiento conceptual visible, no un reemplazo total, como lo plantea Moreira (1994).

Dentro de este contexto, se realizó en este proyecto una prueba de indagación del estado de conocimiento y desarrollo de los alumnos acerca de objetos concretos y específicos en las áreas de Ciencias Naturales y de la Física, paralelamente en grupos de control y en los grupos experimentales.

Con base en los resultados obtenidos en los diferentes niveles y teniendo como referencia las categorías de claridad conceptual, transferencia, síntesis, ejemplificación, fluidez y gusto por la ciencia, se realiza un análisis paralelo entre los grupos de control y experimentales de los grados 3º, 5º, 6º, 7º y 10º.

4.2.3.1 Análisis paralelo de los grupos de control y experimentales.

Al comenzar el análisis paralelo sobre los grupos de 5º de primaria, hay que dejar en claro que el grupo de control realizó su trabajo normal, sin aplicar estrategia alguna que tuviese relación con el proyecto.

Hay que resaltar en los grupos experimentales el alto grado de motivación en relación con la participación activa en el proyecto de clase. Señalan los estudiantes la importancia de desarrollar un proyecto, con expresiones como: "aprendimos muchos problemas de la población, aprendimos cosas que no son buenas

y son malas, aprendimos cosas para nosotros ayudar a las personas...".

Esta manifestación de los niños de haber aprendido mucho con esta metodología se refleja en el análisis estadístico posterior en el cual el grupo experimental supera el de control en el campo de conocimientos; pero al profundizar en la búsqueda del cambio conceptual, el contraste con el grupo control no es suficientemente significativo. Se evoca acá la posición de Moreira (1994) según la cual, más que un cambio en el sentido de reemplazo conceptual, el aprendizaje significativo produce desarrollo, enriquecimiento en el cual las representaciones mismas forman parte de este enriquecimiento de la estructura cognitiva. La motivación puede ser parte de este fenómeno.

El análisis comparado de los grados tercero y sexto, por el contrario, permite afirmar que se presenta una gran diferencia entre los grupos de control y experimental, teniendo en cuenta parámetros como la fluidez, la claridad y precisión conceptual. Mientras en el grupo de control es manifiesta una enorme confusión conceptual entre procesos como la reproducción, la digestión y la nutrición, que se puede deducir de expresiones como **"la digestión nos nutre a nosotros y al nutrirnos nosotros nos reproducimos"**.

Aún más, ni siquiera es comprensible que se escuchen conceptos como “la reproducción es muy importante porque ella nos ayuda a reproducirnos, a crecer y a desarrollarnos y por medio de la reproducción nos alimentamos” o que “si no nos reprodujéramos, no creceríamos”. Todo lo contrario en el caso del grupo experimental, en el que se detecta fácilmente una mayor claridad conceptual, acompañada de fluidez al responder preguntas específicas, así como al referirse a los proyectos del aula de clase.

En este contexto aparecen indicios del desarrollo de las capacidades de síntesis y transferencia, reflejado en expresiones que, sin ser científicamente verdaderas, así lo sugieren: “los vegetales no se reproducen por medio de sexualidad; por ejemplo, un árbol no le va a decir a otro árbol vamos a hacer el amor....”

Sin embargo, no hay que dejar pasar por alto, las imprecisiones conceptuales comunes a los dos grupos, en cuanto a la diferenciación en la reproducción asexual y sexual. Se encuentra en ambos grupos, que la reproducción sexual está asociada a vegetales y la sexual a animales y seres humanos, no teniendo obviamente un conocimiento profundo y claro de estos conceptos. Esta imprecisión en contenidos se refleja concretamente en el análisis estadístico sobre conocimientos en grado sexto. En efecto, no se detectó diferencia significativa en

esta variable, mientras que en la de síntesis se marcó una clara tendencia diferenciadora similar a la captada en las entrevistas.

El trabajo del proyecto integrado desarrolla el sentido de solidaridad y formación de un grupo de trabajo, o sea, de la capacidad de socialización, lo que se refleja en aspectos importantes señalados por los estudiantes, a saber:

- 1) Lograr la unión del grupo; y
- 2) Resolver problemas de la comunidad.

Los resultados y la percepción cambian al analizar el 7º experimental, donde el trabajo realizado a través de proyectos se refleja justamente en la materialización del cambio conceptual, no solo en los alumnos, sino como punto de partida del profesor.

La claridad y profundidad conceptual logradas por las niñas de este curso se manifiestan en el manejo de las variables que intervienen en los procesos estudiados en los proyectos, iniciación y concepción de la investigación, socialización de la misma, espíritu y actitud científica generadora de una actividad permanente en busca de información, de construcción de explicaciones, de nuevos conocimientos.

La anécdota siguiente muestra como, teniendo claridad conceptual, en un momento dado hacen buen uso de la síntesis y

de la transferencia en una situación que se convierte en cómica y es disfrutada por ellas:

“Cuando nosotros fuimos a hablar con el doctor Gustavo Serna, de Saneamiento, llegamos al tema de zoonosis; entonces llegamos a una enfermedad que era la rabia. En ese momento llegó una empleada de allá y nos dijo: hay doctor!, le cuento que tengo una rabia... Entonces nosotros nos pusimos a reírnos y seguimos comentando sobre ella...”.

Estos comentarios sobre la diferencia en asimilación de conocimiento, análisis, síntesis y transferencia, son ratificados por el análisis estadístico que arrojó diferencias significativas en favor del grupo experimental de 7º grado en las cuatro variables, éste es, en conocimientos y habilidades.

Veamos, en más detalle, apartes de las entrevistas que permiten derivar las generalizaciones anotadas.

4.2.3.2 Análisis puntual de las entrevistas clínicas

La Extensión del período de experimentación hasta 1995 permitió incrementar la calidad de las entrevistas clínicas, así como optimizar las condiciones de su aplicación. Estas entrevistas fueron realizadas en forma individual y por escogencia aleatoria a cuatro alumnos de cada grupo

experimental y control de los grados incluidos en el experimento, para un total de 32 alumnos.

Se determinaron previamente unas cuantas preguntas cabeza de entrevista para cada grado, así: para tercero versaron sobre seres vivos, seres inertes y reinos de la naturaleza; para sexto y séptimo los temas fueron los factores bióticos y abióticos y ecosistemas; y para el grado décimo se preguntó sobre movimiento uniforme, acelerado y caída libre.

Se transcriben en esta sección algunas respuestas de los estudiantes que sirven de base para conocer el grado en el que se ha producido o no cambio conceptual que acerque los estudiantes al dominio de los conceptos científicos. El análisis se hace para los dos grupos de cada grado.

Tercer grado. Grupos experimental (Génova) y control (Armenia).

Las entrevistas clínicas llevadas a cabo con los niños de este grado evidencian efectos positivos de los tratamientos utilizados, tanto en la dinamización de procesos referidos al cambio conceptual, como en el cambio metodológico, estrechamente relacionado con el primero.

Las edades de los niños de ambos grupos, experimental y control, fluctúan entre los 8 y los 12 años.

Para todos ellos la vida está estrechamente ligada al movimiento y a las funciones de reproducción y crecimiento. El agua es considerado factor indispensable para la supervivencia.

Expresiones como las siguientes reflejan estos conceptos:

“Por lo menos el pasto tiene vida, porque nace, crece, se reproduce y muere”(Jackeline, 10 años, grupo control).

“Las piedras no tienen vida, porque no pueden moverse ni tampoco hablan”(Vicky, 10 años, grupo control).

“Yo estoy viva, porque me alimento, como mis comidas; un árbol esta vivo porque le están echando agua”(Leidy Lorena, 10 años, grupo experimental).

En el grupo experimental se destacan varios aspectos que permiten establecer una clara ventaja sobre el grupo control en cuanto al manejo claro y preciso de conceptos y al desarrollo de habilidades de observación, fluidez descriptiva y análisis.

“Mencioné seis reinos: el reino animal, en el que están el hombre y los animales; el reino mineral donde están las piedras, el agua

y las cosas que no tienen vida; el reino de las plantas donde está lo que es el árbol, las frutas; el reino de los protistos donde están las bacterias y las lombricitas; y el reino de las móneras y el reino de los hongos”(Mónica, 8 años).

Se percibe también la transferencia de los conocimientos adquiridos al plano de la vida cotidiana.

“Las bacterias son unas cosas que le dan a uno en el cuerpo de tocar o comer cosas sucias que tienen muchas bacterias; por ejemplo: tú tocas una cosa, esa cosa está sucia y empolvada; hace mucho que no la limpian, no la lavan y tú la tocas y se te dan bacterias en las manos y se te pueden regar por todo el cuerpo y hasta enfermarte.” (Mónica, 8 años).

Para hacer claridad sobre los seres vivos e inertes, Mónica apunta:

“Aunque este carrito se mueve, no está vivo, porque se mueve debido a una tecnología o a una batería, no se mueve por sí solo.”

Y Alexandra, de 8 años, afirma:

“Hay muchas cosas que sirven; usted puede coger la guayaba y llevarla a una industria y hacer muchas cosas: dulce, jugos y venderlos y también muchas plantas sirven para la medicina.”

Se nota también capacidad de observación y agudeza descriptiva, demostrada por Nicolás, de 9 años, al relatar una de sus visitas al campo en la que se reflejan temas vistos en clase que él maneja con cierta fluidez:

“Fui a la finca de mi abuelita y había perros... toda la naturaleza: pajaritos, matas, árboles, matas de chócolo, tomate, se veían rosas, flores, un señor que sembraba yuca, un tanque grande, un río junto a la casa y minerales como la piedra.”

El cambio conceptual y metodológico es una consecuencia de procesos inductores extrínsecos producidos por los docentes investigadores. Las transformaciones conceptuales, en muchos casos, tienen que ser producidas intencionalmente para lograr los desequilibrios necesarios que alertan procesos actitudinales hacia el cambio.

Con respecto a los tratamientos utilizados por la profesora, los niños mostraron agrado con el trabajo por proyectos, las salidas al campo, las charlas con expertos sobre determinados temas y la vivencia de fantasías, procedimiento que, según ellos, les ayuda a comprender mejor y a aprender más. Alba Milena, de 12 años, dice:

“Me gusta mucho trabajar así, porque uno aprende más... A veces vienen unos señores a hablarnos sobre el pez y otras cosas de ciencias naturales... Y también es mejor yendo a las

fincas... de eso ya uno sabe más; en cambio uno ahí sentado en la escuela y diciéndole... Eso no! Uno tiene que ver para poder aprender bien.”

Ese testimonio es prueba fehaciente en favor de una propuesta experimental de la enseñanza de las ciencias, de una visión experimental de los fenómenos naturales.

Todo lo anterior contrasta con observaciones realizadas en el grupo control que dejan ver efectos de la metodología tradicional en general y particularmente en la enseñanza de las ciencias, reflejados en poca claridad frente a los temas de la entrevista. Liliana, de 10 años, por ejemplo, se expresó así:

“Yo he visto en una cartilla que ella (la profesora) nos llevó allá, los reinos de la naturaleza... Me parece que son hongos y plantas y... bueno... muchas cosas que ya casi no me acuerdo.”

Y Jacky, de 10 años, decía:

“Que si el agua está viva? Sí... Ah! No, o yo no se... Bueno, es que no tengo cabeza para eso ahora...”

Se notan en ambas intervenciones respuestas evasivas y poco precisas, no acompañadas de un sentido de búsqueda y persistencia que se vio en las entrevistas del grupo experimental. Estas características tienen que ver también con la motivación

despertada por los tratamientos, particularmente por el método de proyectos integrados y por el uso de la fantasía, entre otros.

Es notoria, además, una marcada heteronomía cognitiva, acompañada de concepciones artificialistas, propiedades características del periodo preoperatorio, cuando la mayoría de los niños entre 8 y 9 años de edad han accedido a las operaciones concretas, etapa en la cual la capacidad de descentración y el acercamiento a ciertos niveles de autonomía intelectual comienzan a incrementarse y expresarse a través de puntos de vista propios. Algunas respuestas denotan ausencia de lo enunciado:

“Las maripositas, las arañitas, los pájaros tienen vida... Yo lo se porque la profesora de ciencias, mi papá, mi mamá y mi familia me lo dicen. El agua tiene vida y no tiene vida, porque yo a veces la gasto y a veces no la gasto; el jabón también, porque a veces se gasta y otras veces no se gasta.” (Alexandra, 9 años).

En todo este análisis se manifiesta una tendencia favorable a la validez de los tratamientos para producir un cambio metodológico en los docentes, cambio que produce efectos positivos para la construcción del conocimiento declarativo y para el desarrollo de habilidades de pensamiento.

Quinto Grado. Grupo de Control. Circasia

Las entrevistas hechas en Circasia al grupo control no permiten establecer si hay claridad conceptual, fluidez, síntesis y transferencia. Las respuestas no hacen posible el análisis.

Los alumnos hacen mención de un trabajo sobre el tema de la droga, enunciado como proyecto, pero parece más una consulta de revistas y periódicos que un proyecto sistemático trabajado con la metodología de proyectos integrados.

De las respuestas sobre conocimientos, una confusa y superficial y otra correcta, no se puede realizar análisis revelador. Como se dijo antes, el acto cultural que se realizaba mientras se adelantaron las entrevistas distraía la atención de los niños. Querían volver pronto al acto.

Quinto grado

Grupo Experimental. Montenegro

En relación con el grupo experimental, no hay precisión en el conocimiento de contenidos; es más, presentan dudas y confusión, como se puede ver en las siguientes respuestas:

P- Qué tipo de reproducción tienen las plantas?

R- En las plantas el tipo de reproducción es asexual.

P- Y los animales?

R- Sexual.

P- Por qué es importante la reproducción para los seres humanos?

R- Porque la reproducción le sirve mucho para el bachiller y también...

P- Cuáles son los órganos más importantes de la reproducción?

R- Los óvulos.

P- Qué son los óvulos?

R- Los óvulos son unas bolitas que vienen a estar como por acá, más abajo de la barriga.

P- Qué parte del cuerpo de la mujer produce los óvulos?

R- Los producen los espermatozoides, me parece...

Sobre el proyecto tampoco tienen certidumbre. Sobre la fantasía (la comenzaron a trabajar pocos días antes) emiten algunos conceptos. Veamos lo que piensan sobre ella:

"para mi la fantasía es una belleza, porque ahí, uno piensa lo que uno quiere y hace lo que quiere, es vida".

Este grupo experimental presenta dos versiones diferentes en cuanto a la aplicación de la estrategia de enseñanza, pues en la entrevista a algunos niños no hay certidumbre, pero en otros niños se encuentra un nivel de desarrollo diferente, cuando se refieren al proyecto del aborto, superpoblación y reproducción. Se detecta una buena motivación a través de manifestaciones como:

"me parece muy bueno (el proyecto), porque ahí aprendimos muchos problemas de la población, aprendimos cosas que no son buenas y son malas, aprendimos cosas para ayudar a las personas, de que no debemos hacer esto, de que debemos cuidar y proteger".

Se observa el desarrollo del sentido de socialización:

"Sí, trabajamos muy bien haciendo y colaborando con carteleras; en los cuadernos; todos prestaban libros; nos invitaban a la casa a hacer las tareas, cuando estaba cerrada la casa de la cultura".

Lo propuesto sobre el aborto tuvo efectos como el siguiente:

"Sí, me gustaría estudiar medicina porque es algo ...que si las personas fueran a decirme que van a abortar, yo les daría un consejo y les diría que no hicieran eso porque eso sería desaprovechar una vida humana y además no traer una vida tan linda que es un niño".

Y dentro de este mismo grupo se encuentra una respuesta hermosa, producto de la temática que trabajaron:

P- Paula, con respecto a los valores, qué podrías resaltar después de hecho el estudio sobre el aborto?

R- Bueno, el derecho más importante para mi es la vida.

Aún a pesar de no haber trabajado sobre conocimiento científico, se observa una buena fluidez al describir lo que hicieron y un buen grado de motivación.

También trabajaron la fantasía como una propuesta de la profesora, quien les dijo que se imaginaran que eran una gotita que caía a la tierra y luego buscaba la raíz y subía por el tallo...

Sexto Grado

Grupo Experimental. Génova.

Se percibe en los niños de este grupo una mayor fluidez al responder y se detecta una mayor claridad conceptual en algunos temas como la reproducción humana, los seres vivos e inertes y factores bióticos y abióticos; sin embargo, no existe precisión en relación con la reproducción asexual, la cual está asociada a las plantas. Veamos un caso que lo sustenta:

P- Se reproducen los animales y los seres humanos y los vegetales en forma diferente?

R- Sí, bueno, los animales y los humanos en forma sexual y los vegetales en forma de semilla.

P- En tus propias palabras cómo le comentarías a una amiguita o a tu hermana cómo es eso?

R- Pues no, es que los vegetales no se reproducen por medio de la sexualidad. Por ejemplo un árbol no le va a decir al otro árbol: vamos a hacer el amor; pero no sé cómo explicarle.

En el tema de seres bióticos y abióticos se observa lo siguiente, que hace pensar que el cambio metodológico en el profesor no responde a los esperado:

P- Cómo haces para distinguir entre seres bióticos y abióticos?

R- Entre tanta repetidora a uno se le graba. Por ejemplo, voy para una finca, veo un pajarito, pienso: es un ser biótico, y cuando hace mucho viento o la temperatura es muy caliente, es un factor abiótico; es facilísimo...

Se desprende de esta respuesta que la niña no está a gusto con la repetidora; sin embargo, hace transferencia conceptual con lo que le rodea.

De la anterior y otras respuestas, puede pensarse que los estudiantes han desarrollado un tanto sus capacidades de síntesis y transferencia. Lo que han estudiado sobre el tema de reproducción, lo han interiorizado y conceptualmente son claros en el proceso en general. En cuanto a la digestión también tienen claro el proceso, globalmente hablando y comparando sus respuestas con las del grupo control. En la prueba escrita de conocimientos, sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre los dos grupos, debido posiblemente al escaso tiempo de la experiencia, al nivel de comprensión del maestro sobre la estrategia y a la falta de revisión crítica sobre su quehacer cotidiano...

En relación con el desarrollo y aplicación de los proyectos, se observa un alto grado de motivación para participar en ellos. Salir del salón (por sus incomodidadas por el calor), poder establecer contacto con la comunidad y establecer por ellos mismos ciertas necesidades para encontrar soluciones (proyecto de las basuras) les hace sentir útiles y que el conocimiento sirve al pueblo.

Consideran que lo más importantes para ellos fue:

- i) Lograr la unión del grupo.
- ii) Resolver problemas de la comunidad.
- iii) Contribuir a hacerlos más responsables, "más maduros".
- iv) Indagar en diferentes fuentes.
- v) Utilizar diversas estrategias metodológicas de trabajo.

El manejo de la fantasía es un ejercicio inicial que les permite trasladarse a un mundo donde se puede realizar lo que se piensa sin restricciones. Veamos:

"La fantasía es un ejercicio es donde uno olvida por completo las cosas de este mundo. Se hace lo que se dice una fantasía, uno se mete dentro de un cuerpo, lo recorre, recorre sus partes; uno se siente muy bien y al uno regresar de la fantasía es como regresar a uno, es decir está uno en otro mundo y al regresar a éste se ve por completo la diferencia, porque en el otro uno se imagina qué es lo que si debe pasar y en este mundo las cosas se suceden de acuerdo con la naturaleza; en cambio la fantasía piensa lo que quiere que suceda y éso sucede".

Se detecta también una intensa sensibilidad hacia el medio ambiente:

"Yo a veces este año me imaginé que yo era un pajarito y entonces yo lloraba porque el medio ambiente estaba muy

contaminado, y que iba volando, que no tenía donde posarme por la tala de bosques, el aire estaba muy contaminado y no había que comer.”

El grupo tiene un proyecto ecológico, “El sendero”, donde siembran árboles y tienen huerta.

En este grupo experimental de Génova se observa claridad conceptual, capacidad de transferencia y síntesis, una gran sensibilidad por el estado actual de contaminación de las basuras, por la tala de bosques y la violencia. Alguno lo expresó así:

P- Entonces hay que aplicarle los principios de ecología a los seres humanos?

R- Claro! Ya no solo nos vamos a quedar sin árboles, sino también sin gente.

Sexto Grado. Grupo Control. Armenia.

Algo muy curioso que llamó la atención de los investigadores es que siendo niñas de un mismo curso no coincidían en los temas que estaban viendo en ciencias. Según unas niñas estaban viendo la teoría del big-bang y el sistema planetario y estudiaban la

atmósfera; según otras estaban en el tema de los reinos de la naturaleza: el monera y los protistos.

Se observa en este grupo como característica común, independientemente del tema, cierta superficialidad en el conocimiento y un olvido constante de los temas que estaban estudiando en esos días. Una muestra de ello es la siguiente:

En el parque vecino al colegio hay una enorme ceiba. Se le pregunta a la entrevistada:

P- Esa ceiba pertenecerá al reino vegetal?

R- No.

P- De qué reino será?

R- Del reino de las plantas.

P- Entonces el reino vegetal y el de las plantas no es el mismo?

R- No, porque los vegetales son una cosa y las plantas otra.

P- Y qué diferencia hay entre los vegetales y las plantas?

R- Los dos son plantas, pero los vegetales en mayoría se pueden comer y las plantas no.

Sea dicho de paso: existe un obstáculo epistemológico proveniente de la experiencia de la vida cotidiana en el sentido de asociar

vegetales con comestibles, o sea, comer ensaladas, tomates, zanahorias...y no comer nada proveniente de los árboles.

No han trabajado proyectos integrados. El gusto por la clase de ciencias depende de la actitud de la profesora y de alguna manera también porque a los niños de esa edad los atrae la naturaleza.

Séptimo Grado

Grupo Experimental. Buenavista.

Se observa en este grupo que se ha aplicado la intervención pedagógica. Esta se refleja en la capacidad **descriptiva** verbal, acompañada de claridad conceptual, de habilidad de síntesis y de transferencia. Veamos:

P- Qué han trabajado en la fantasía este año?

R- La fantasía en la célula y el aparato digestivo.

P- Cuéntame algo de este trabajo.

R- La fantasía que yo hice es la de la célula... que yo era como el núcleo. Ese núcleo estaba loco, porque se puso a pensar que él quería detenerse, que no quería trabajar más. Y entonces se detuvo y ya no era capaz de controlarse él mismo y pedía auxilio y se estalló y quedó una célula procariota, que son las células que no tienen núcleo definido.

Curiosamente en el curso hay niñas que no trabajaron la propuesta el año anterior y que extrañan la técnica de la fantasía, tal vez porque ésta no se trabaja espontáneamente, sino muy dirigida de acuerdo con los temas de clase. Están aplicando los mapas conceptuales y continúan con el proyecto de las basuras. La continuidad de este proyecto integrado y los alcances que los niños prevén incluyen la propuesta de educar la población, construir el relleno sanitario y buscar la cooperación de dos municipios vecinos para ello.

Como puede verse, la metodología no solo les ha demostrado la utilidad de estudiar ciencias, sino que también los ha madurado en su relación con la población, en la sensibilidad hacia la naturaleza y en creciente interés por los temas de las ciencias. Cuando los aprendizajes se orientan a generar esquemas de pensamiento, establecen nuevas relaciones y por ende crean estructuras que les permiten correlacionar sus conceptos con las realidades de su entorno, para ser más explicativos y dar mayor pertinencia social y afectiva al conocimiento.

Comienzan a hablar de investigación, como un proceso de búsqueda de información, que los conduce a explicaciones, a adquirir nuevos conocimientos, a aprender (interiorizando nuevos esquemas mentales).

“Una de las cosas muy buenas del proyecto, fue que nosotras teníamos que investigar, no teníamos que esperar que el profesor nos dijera: vea, esto es así. No! cada uno investigaba lo que nos interesaba más y cosas que no sabíamos las aprendimos en el proyecto”.

“Nosotras, o sea el grupo en que yo estoy, nosotras mismas les íbamos a dar la clase de higiene a las niñas; pero por el tiempo no fue posible. Nosotras mismas, que no fuera ya el profesor que nos dijera: vean la higiene es esto o lo otro”.

Al hacer una síntesis sobre el trabajo realizado por el grupo séptimo experimental, hay que destacar la magnífica labor desarrollada por la profesora del curso, lo que de paso hace ver como es de importante y definitivo el compromiso del docente en este proceso de cambio conceptual. Esto evoca también la necesidad de adelantar un trabajo de reconceptualización con los maestros, pues solo si ellos vivencian el cambio conceptual en sí mismos podrán trabajarlo luego intencionalmente con sus alumnos.

Séptimo grado. Grupo control. Armenia.

Se observó en los alumnos entrevistados claridad conceptual, gusto por las ciencias naturales y notable sensibilidad por la ecología y el

cuidado del medio ambiente. Aunque no relizan proyectos existe un grupo ecológico voluntario.

Su interés por las ciencias les es comunicado por su profesor, lo cual demuestra que por sobre los métodos de enseñanza la dedicación del docente a su área y la mística por enseñarla logran grandes cosas en los alumnos. Fue notable en este grupo, sin embargo, cierto grado de desesperanza en relación con la sociedad y su actual estado de violencia. Sin decirlo directamente parecen no esperar mucho de aquella. Las ciencias naturales no tienen significado que se pueda transferir para resolver problemas de la comunidad, excepto tal vez en lo ecológico.

P- Nunca has tenido fantasías, o sea, usar la imaginación, soñar...

R- No, no me gusta...

P- Por qué?

R- Como que se mantiene uno en otras cosas...

P- En qué piensas?

R- Por ejemplo, como es la vida de cruel, porque al fin y al cabo eso...le ha quitado muchas vidas...

P- Qué piensas de esto para el futuro, para tu vida?

R- Si de aquí al año 2.000 seguimos como vamos no vamos a tener vida...

Es lo que piensa y siente un estudiante de séptimo grado, de 13 años de edad.

Décimo Grado

Por razones diversas no se logró un tiempo de aplicación de los tratamientos suficiente, debido a lo cual las entrevistas clínicas no aportaron información comparable entre los grupos experimentales y de control. El trabajo con los docentes, empero, fue promisorio.

El proceso con los maestros de décimo grado se inició con la presentación de una propuesta de clase, basada en el estudio y desarrollo de una situación experimental concreta y con el uso y aplicación de mapas conceptuales. Se les aplicó una prueba de diagnóstico en el tema de mecánica, movimiento y trayectoria de los cuerpos, cuyo objetivo era conocer el dominio conceptual de los maestros en ejercicio y a partir de ello definir estrategias de abordaje apropiadas, que finalmente contribuyeran a generar un cambio conceptual.

En la segunda asesoría se discutieron los resultados de la prueba sobre mecánica, y a partir de los resultados se realizó un trabajo de reconceptualización sobre los conceptos de movimiento y leyes de Newton.

Se realizó una clase de aplicación de la "propuesta de clase" a partir de situaciones experimentales sencillas con el tema de fuerzas. Igualmente se expuso y trabajó sobre heurísticos en la solución de problemas.

El resultado de las aplicaciones por parte de los profesores de Física, en el tema de Dinámica, es altamente favorable, al lograr un muy buen nivel de motivación y apropiación de una propuesta que produce efectos inmediatos en los educandos, lo cual causó una grata sorpresa a los docentes.

Debe resaltarse el hecho de que el grupo de profesores no seleccionados como experimental dieron muestra de una motivación que los llevó a conformar un colectivo de profesores de Física de poblaciones diferentes para trabajar el texto Física Recreativa de Falconi, realizar lecturas, discusiones y experimentos. Este paso inicial, los llevó a proponer reuniones con cierta frecuencia.

En sus cursos, se apropiaron de la propuesta de clase basada en problemas y la aplicaron en sus diferentes grupos de décimo, en el tema de Dinámica, logrando resultados favorables que se pueden sintetizar en los puntos siguientes:

1. Los estudiantes mostraron una actitud positiva frente a la clase. Dice una profesora "por primera vez los estudiantes deseaban llegar a la clase de Física".

2. La experiencia fue positiva. La propuesta permite eliminar la rigidez a la enseñanza de la Física, que hace que sea mirada como inaccesible. La Física vista desde una perspectiva experimental es mucho más interesante.

3. Se estableció que la asimilación fue buena partiendo de medios experimentales cotidianos, pues por ejemplo es muy grande la diferencia entre considerar el dibujo de un resorte y un resorte de verdad para identificar las fuerzas que interactúan sobre él.

4. Fue notable la participación del estudiante: "logramos que el estudiante se apropiara del problema."

5. "Aunque el tiempo fue breve, trabajamos solución de problemas con mayor participación y motivación estudiantil."

Este grupo de profesores propone con respecto al proyecto:

Es necesario la continuidad del mismo, y la disponibilidad de tiempo, factor que atentó contra su aplicación integral, principalmente en lo relativo a trabajar contenidos a fondo y trabajar sobre mapas conceptuales, lo cual no les quedó muy claro.

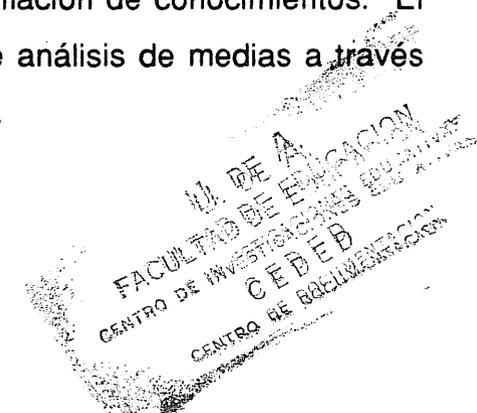
Proponen también discutir una propuesta de enseñanza de la Física desde el grado octavo y también en la primaria y la posibilidad de introducir un curso de astronomía para niños, o al menos un taller. Asimismo sugieren considerar la posibilidad de establecer relaciones entre la Biología y la Física.

Finalmente solicitan una documentación actualizada y permanente en los pueblos, que les permita la consulta para un trabajo más calificado.

4.2.4. Desarrollo de Habilidades y Rendimiento en Ciencias: Resultados Estadísticos.

El análisis cualitativo de protocolos sobre rendimiento en conocimientos y desarrollo de habilidades, expuesto en la sección 4.2.3, se complementó, como ya se dijo, con un análisis de varianza para detectar efectos significativos de los tratamientos sobre las habilidades de análisis, síntesis y solución de problemas, así como sobre asimilación de conocimientos. El análisis de varianza fue seguido de análisis de medias a través de la prueba de intervalos de Tukey.

4.2.4.1 Habilidades



El efecto de los tratamientos o variable independiente sobre las habilidades se sondeó a través de una prueba de habilidades tipo ómnibus, ésto es, contentiva de varias modalidades de ítems relacionados con análisis, síntesis y solución de problemas (ver anexo 4: prueba de habilidades) aplicados a los grados 5º, 6º y 7º. Se llevó a cabo primero un análisis de los resultados de la prueba global y luego sendos análisis sobre resultados de las habilidades específicas de análisis, síntesis y solución de problemas, sondeadas a través de ítems particulares a lo largo de la prueba.

4.2.4.1.1 Análisis de desarrollo general de habilidades

El cuadro 1. exhibe los resultados de análisis de varianza para habilidades por grupos (5º, 6º y 7º) experimentales y de control.

Cuadro 1. Análisis de varianza de resultados de la prueba general de habilidades cognoscitivas en los grupos 5º, 6º y 7º

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas	F	p
Entre grupos	23745.89	5	4749.18	15.74	<0.0001
Intragrupos	40444.99	134	301.83		
Total	64190.14				

La razón F resultante de dividir la varianza sistemática, o explicada, por la varianza de error es significativa a una probabilidad de error menor de uno en mil. Ello quiere decir que los tratamientos han producido efectos significativos sobre el desarrollo de las habilidades.

Para saber si el efecto detectado afectó a todos los grupos por igual o solo a algunos, se llevó a efecto la prueba Tukey, apropiada para contrastar medias múltiples. Las medias que sirvieron de base a los contrastes se presentan en el cuadro 2, por grado y con el nivel de significancia logrado.

Cuadro 2. Medias de habilidades por grupo (5º, 6º y 7º) y significancia estadística de diferencias

Grados y grupos	Medias	Resultados contrastes Tukey
5º experimental	1) 57.57	
5º control	2) 32.37	1 > 2 significativo
6º experimental	1) 45.50	
6º control	2) 34.34	1 = 2 no significativo
7º experimental	1) 62.74	
7º control	2) 30.54	1 > 2 significativo

Como puede verse en el cuadro, resultaron estadísticamente significativas las diferencias de habilidad en los grados 5º y 7º, en favor de los grupos experimentales. En el grado 6º la diferencia de medias, no obstante mostrar una tendencia en favor del grupo experimental, no fue significativa al nivel del 95% de seguridad para poder rechazar la hipótesis nula.

4.2.4.1.2 Las habilidades de análisis, síntesis y solución de problemas

Los cuadros 3, 4 y 5 presentan los resultados del análisis de varianza y el cuadro 6 los resultados de la prueba Tukey de medias múltiples para las habilidades de análisis, síntesis y solución de problemas. Los tres análisis de varianza arrojan razones F altamente significativas, superando ampliamente la

probabilidad de error o nivel alfa de las hipótesis fijado en .05 ($p < .05$).

Cuadro 3. Análisis de varianza de los resultados de la subprueba de análisis en los grupos 5º, 6º y 7º

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas	F	p
Entre grupos	7398.90	5	1479.78	19.28	<0.0001
Intragrupos	10274.98	134	76.68		
Total	17673.88	139			

Cuadro 4. Análisis de varianza de los resultados de la subprueba de síntesis en los grados 5º, 6º y 7º

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas	F	p
Entre grupos	4707.02	5	941.40	13.24	<0.0001
Intragrupos	9455.92	133	71.10		
Total	14162.93	138			

Cuadro 5. Análisis de varianza de los resultados de la subprueba de solución de problemas en los grupos 5º, 6º y 7º

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas	F	p
Entre grupos	1281.73	3	427.24	7.29	<0.0002
Intragrupos	4745.08	81	58.58		
Total	6026.82	84			

Cuadro 6. Medias de habilidades por grupos (5º, 6º y 7º) y significancia de diferencias

Grados y grupos	Medias análisis síntesis	Solución de problemas	Contraste Tukey
5º experimental	1) 36.21	1) 18.75	---
5º control	2) 22.62	2) 7.88	---
			1>2 en análisis y síntesis*
6º experim.	1)18.27	1)16.16	1)13.05
6º control	2)17.05	2)8.17	2)7.38
			1=2 en las tres variables**
7º experim.	1)23.95	1)20.70	1) 16.00
7º control	2)15.53	2)6.38	2) 7.19
			1>2 en las tres variables*

*: denota diferencia estadísticamente significativa al nivel alfa de .05

** : denota diferencia estadística no significativa al nivel de .05

El subsiguiente análisis de medias, verificado a través de la prueba Tukey deja ver que las diferencias favorecen significativamente a los grupos experimentales de 5º y 7º grado. En el caso de 7º las medias del grupo experimental sobrepasan

en mucho a las del control en las tres variables: 23.95 sobre 15.53 en análisis, 20.7 sobre 6.38 en síntesis y 16.08 sobre 7.19 en solución de problemas. En el caso de 5º diferencias para análisis y síntesis son igualmente amplias en favor del grupo experimental. No se llevó a cabo prueba de solución de problemas en este grado.

En el caso del grado 6º la prueba Tukey no establece diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimental y control, no obstante insinuarse una tendencia en favor del primero en síntesis (16.16 vs. 8.17) y solución de problemas (13.05 vs. 7.38). La situación del grado 6º requiere explicación, porque no solo tiene que ver con las habilidades, ya que las diferencias en la prueba de conocimiento fueron igualmente no significativas.

Pués bien, con el grado 6º se produjo un retraso en el comienzo del experimento. Como la docente encargada lo expresó en la sesión final de evaluación el 11 de noviembre, "el tiempo fue escaso. En realidad solo se trabajó un mes en forma.". Cuatro semanas es un tiempo escaso para que los tratamientos produzcan efectos diferenciadores. No obstante, las tendencias que se perciben en las habilidades de síntesis y solución de problemas coinciden con el análisis cualitativo: en manejo de mapas conceptuales y proyectos integrados el grado 6º demostró un progreso importante. Las tendencias estadísticas indican que

los tratamientos iban en camino de lograr efectos alcanzados en los demás grupos.

4.2.4.2. Conocimiento Declarativo

El efecto de los tratamientos sobre el cambio conceptual, ésto es, sobre la calidad y precisión de los conocimientos y sobre la asimilación diferencial de éstos en los grupos experimental y control, se llevó a cabo también a través del análisis de protocolos de las entrevistas clínicas y mediante el Análisis de Varianza de puntajes obtenidos en pruebas de conocimientos específicos relacionados con las dos últimas unidades del programa de ciencias de los respectivos grados (ver anexo 4). Ya se presentó el resultado del análisis de protocolos; toca ahora analizar los resultados de los datos cuantitativos.

Los cuadros 7 y 8 despliegan los resultados del Análisis de Varianza y de la prueba Tukey de contrastes de medias de los grupos 5º, 6º y 8º en conocimientos de ciencias. La razón F de 14.55, significativa a un nivel alfa menor de .001 demuestra el poder de los tratamientos para producir incremento cognoscitivo diferencial. El cuadro 8 señala la dirección de los efectos y los grupos en que se producen.

Cuadro 7. Análisis de varianza de resultados de la prueba de conocimientos de los grupos 5º, 6º y 7º

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas	F	p
Entre grupos	6307.62	5	1261.52	14.55	<0.001
Intragrupos	11621.12	134	86.72		
Total	17928.74	139			

Cuadro 8. Medias de conocimiento por grupo (5º, 6º y 7º) y significancia estadística de diferencias

Grados y grupos Tukey	Medias	Resultado Contraste
5º experimental	1) 32.9	
5º control	2) 17.3	1 > 2 significativo
6º experimental	1) 30.5	
6º control	2) 32.4	1 = 2 no significativo
7º experimental	1) 36.5	
7º control	2) 23.9	1 > 2 significativo

En los grados 5º y 7º las medias de los grupos experimentales superan en mucho las de los grupos controles con diferencias significativas; no así el grado 6º en cuyo caso el contraste Tukey no arroja resultado significativo. En este caso debe haber pasado algo similar a lo comentado con respecto a las habilidades: el tiempo de experimentación, solo un mes real, no alcanzó para que los tratamientos produjeran efectos significativos como sí ocurrió en los grados 5º y 7º en los cuales el tiempo experimental fue un poco más largo.

5. CONCLUSIONES

Dos tipos de conclusiones se presentan en este capítulo final: conclusiones generales captadas durante el seguimiento de la investigación y conclusiones específicas más relacionadas con los análisis cualitativos, análisis lógico y análisis estadístico llevados a cabo en el capítulo 4.

5.1 Conclusiones Generales

Como generalizaciones gruesas, que se hicieron evidentes a

investigadores y docentes a lo largo del experimento y en la observación final de resultados, se pueden concretar: la no validación del modelo de Perkins y Simmons al no haberse montado en todos sus componentes; la necesidad de un tiempo más largo y secuencial de experimentación para detectar la validez de los tratamientos o su capacidad de producir los efectos de ellos esperados; una reiterada evocación de la propuesta de Moreira (1994) sobre aprendizaje significativo, más que reemplazo conceptual, se observa en los resultados del análisis de protocolos de las entrevistas de estudiantes; la capacidad de los tratamientos ensayados para generar un proceso motivacional importante, tan necesario como los mismos procedimientos didácticos para producir el buscado cambio conceptual según Pintrich y asociados (1993), teoría que fue expuesta en el marco conceptual; la capacidad de los tratamientos implementados para iniciar procesos de mayor participación escolar, interinstitucional y comunitaria, como quedó expuesto en el análisis de resultados; la clara relación entre la adecuada administración del aula o coordinación de una disciplina de trabajo, por un lado, y el aprendizaje de conceptos y desarrollo de habilidades cognoscitivas, por otro; y, finalmente, el no montaje integral del modelo de Perkins y Simmons, pues la estructura epistémica y el manejo de heurísticos en la estructura

de solución de problemas no fueron trabajados, lo cual explica en buena medida el débil cambio conceptual alcanzado, según se deduce de las entrevistas clínicas realizadas para profundizar en el propósito de captar tal cambio. Es posible que ésto obedezca a condiciones internas por parte de los docentes, quienes apenas estaban asimilando y apropiándose de la propuesta investigativa.

Estas conclusiones se extraen del análisis adelantado en el capítulo 4. Aquí solo se puntualizan sin entrar a discutir las.

Algunas de ellas se expondrán de nuevo, más extensa y detalladamente en la sección siguiente sobre conclusiones específicas. Solo se subraya la conclusión sobre disciplina básica o buena administración de aula como condición sin la cual ningún tratamiento, por poderoso que sea, puede funcionar adecuadamente y generar los efectos perseguidos. Los factores afectivos y sociales, así como la agenda personal de los estudiantes, cuentan definitivamente para lograr el cambio conceptual. Fue lo que se detectó en el caso del grupo 10^o experimental a raíz de las entrevistas clínicas. En el grupo estos factores interfirieron el desarrollo del experimento, hecho que determinó la supresión de este grado en el análisis, pues la validez interna de los tratamientos fue puesta en duda por todos los entrevistados. Sencillamente el ambiente de la clase no permitió que aquellos funcionaran.

Pero pasemos a las conclusiones específicas.

5.2 Conclusiones Específicas

Después de tres meses de ejecución del proyecto, dos de ellos de experimentación efectiva, y luego de realizado el análisis de resultados, se hacen evidentes también conclusiones específicas en diversas esferas que pueden agruparse, para su análisis, en los siguientes campos: Conclusiones sobre capacitación, acompañamiento de docentes y montaje de tratamientos; conclusiones sobre efectividad de los tratamientos para desarrollar habilidades de análisis, síntesis, transferencia y solución de problemas; conclusiones sobre efectividad de los tratamientos para producir un cambio conceptual e incrementar el aprendizaje de conocimientos declarativos; conclusiones sobre efectividad de los tratamientos para inducir a docentes y estudiantes a trabajar en un enfoque de docencia investigativa; conclusiones sobre validación parcial de la teoría corriente sobre la especificidad de las habilidades relacionadas con la solución de problemas; conclusiones sobre motivación y compromiso de los docentes con el cambio metodológico; conclusiones sobre motivación de los estudiantes; y conclusiones sobre apoyo institucional y proyección o continuidad del cambio. Se analizan seguidamente estos ocho campos de conclusiones específicas.

5.2.1. Sobre Capacitación de Docentes y Montaje Integral de Tratamientos

Ante todo, no debe confiarse en procesos previos de capacitación sin verificar en que medida éstos han desarrollado los componentes teóricos y procedimentales o de aplicación de los respectivos propósitos. Por haber supuesto que la capacitación en el método de proyectos y de integración, adelantada por el Ministerio de Educación, los Centros Experimentales Piloto y las Secretarías de Educación durante el llamado proceso de Renovación Curricular emprendido desde 1976, la iniciación de proyectos integrados, tratamiento básico para implementar la investigación y la solución de problemas, se retardó cerca de un mes.

Fuera de verificar el nivel de dominio de la naturaleza del tratamiento y de la especificidad de sus componentes esenciales, es vital comprobar la pericia en la puesta en marcha de estos últimos, ésto es, la destreza para iniciar, desarrollar y culminar procedimientos operativos que pongan en práctica adecuadamente el tratamiento, de modo que éste alcance los objetivos que busca satisfacer. La verificación o desarrollo de esta pericia se logra mediante talleres de simulación de la puesta en práctica del tratamiento en los que participen activamente todos los comprometidos en el proyecto. En el caso de la

experimentación de proyectos integrados de ciencias, su asimilación y aplicación solo se logró en la etapa de 1994 después de un taller colectivo en el que se simularon las distintas etapas de un proyecto, desde la identificación del problema generador de la integración de las áreas hasta los productos posibles, pasando por la definición de conceptos básicos por área, la documentación, la identificación de temas, la conformación de equipos y la planeación del trabajo de campo. Después de esta actividad simulada todos los docentes emprendieron con entusiasmo y confianza los proyectos. Faltó, sin embargo, capacitación práctica en otros componentes del modelo general, como el uso de heurísticos y la estructura epistémica que luego incidieron diferencialmente en los docentes y en los efectos del aprendizaje logrado. Pero quedó clara también la necesidad de un acompañamiento permanente materializado en acciones concretas de documentación complementaria sobre los tratamientos, de modelación o eventos demostrativos de éstos y de disponibilidad para la consulta, la explicación, la aclaración de problemas, la discusión de avances parciales, un mayor lapso de dedicación, el control de desviaciones o aplicaciones incorrectas de los tratamientos y de ruidos experimentales que en ocasiones dan al traste con el montaje integral de aquellos o interfieren sensiblemente la generación de los efectos buscados. Este acompañamiento es

indispensable, por lo demás, para asegurar el montaje integral de los tratamientos o intervenciones experimentales. La no presencia de efectos significativos se debe a veces al montaje incompleto de dichas intervenciones. Si el acompañamiento está alerta se controla la situación en su desarrollo mismo o se tiene en cuenta en el análisis para evitar errores en la verificación de hipótesis e interpretación de resultados. En el experimento de El Quindío se dio el caso con el grupo experimental de 10º en el cual se produjo un ruido o factor exógeno que interfirió sustancialmente la acción de los tratamientos anulando sus efectos, razón por la cual debió ser eliminado del análisis final.

En la etapa de 1995 se ratificó, una vez más, la débil efectividad de la metodología de cursos, documentos e incluso talleres. Solo la capacitación en acción, con aplicación experimental controlada, seguimiento estricto y presentación de productos logra que poco a poco se produzca el cambio metodológico en los docentes y paralelamente el cambio de paradigma, éste es, de pensamiento, acción e investigación sobre su práctica pedagógica.

Si el método de proyectos fue asimilado y aplicado, debido a la simulación adelantada con los docentes en 1994, a pesar de que se trabajó la estructura epistémica en charlas, discusiones y documentos explicativos, los docentes afirmaron en la reunión de evaluación final de 1995 no haber podido practicar dicha

estructura, clave en el modelo de Perkins y Simmons, por no tenerla clara aún, no obstante haber estado dispuestos a trabajarla. En próxima investigación sobre cambio metodológico de los docentes habrá que montar como tratamiento el trabajo sobre la estructura epistémica y aplicarlo para hallar formas de aplicarla con efectividad.

Fue notoria así mismo en el experimento la correlación entre el manejo de la información temática profunda, la claridad epistémica, la capacidad para resolver problemas y la investigación. Paralelamente al manejo metodológico de las estructuras de conocimiento procedimental, el docente debe poseer profundo dominio conceptual del área y mantener una actualización sobre la misma. Los docentes del experimento así lo sintieron y permanentemente recabaron la necesidad de tener acceso a libros y revistas especializadas de ciencias. Esta necesidad sentida ratifica el hecho de que los conocimientos declarativos son materia prima en la etapa inicial en el desarrollo de las habilidades cognoscitivas (Royer, Cicero y Carlo, 1993).

5.2.2. Sobre Efectividad de los Tratamientos para Desarrollar Habilidades Cognoscitivas y sobre Particularidades de la Habilidad de Solución de Problemas

El Objetivo fundamental de la investigación fue afectar positivamente las habilidades de análisis, síntesis, solución de problemas y la capacidad transferencial como medio facilitador del replanteamiento epistémico de los conocimientos declarativos y de la iniciación sólida, metódica y reflexiva en la investigación. Para ello se introdujeron los mapas conceptuales, los proyectos integrados y esquemas de solución de problemas.

Antes de discutir los resultados sobre las habilidades controladas es conveniente echar un vistazo a logros detectados en seguimiento cualitativo del experimento.

A lo largo de las dos etapas de experimentación, 1994 y 1995, se pudo detectar la baja capacidad de observación y de la consiguiente habilidad de descripción en los estudiantes de los diversos grados. Estas deficiencias provienen seguramente de otra carencia, la de un buen nivel de lectura inferencial que permita ir más allá de los significados inmediatos y superficiales, hecho comprobado en la evaluación adelantada por el Ministerio de Educación y consignada en el Informe SABER, y de la ausencia de una estrategia en la enseñanza de las ciencias, que desarrolle la capacidad de descubrir y construir explicaciones a partir de lo observable. Pero, así mismo pudo constatarse, principalmente a través de los protocolos de las entrevistas clínicas, cómo la observación y la descripción, habilidades básicas para la investigación, mejoraban con los tratamientos

experimentales, hecho deducible de la comparación de los grupos tratados frente a los grupos testigos.

Los datos llevados a los análisis de varianza de las habilidades de análisis y síntesis validaron la efectividad de los tratamientos mencionados en cuanto al desarrollo de las respectivas habilidades. Conclusión semejante arrojan las entrevistas clínicas, si bien los efectos fueron altamente significativos en 5º y 7º grados y solo señalaron una tendencia en 6º.

La habilidad de solución de problemas, que implica la posibilidad de hacerse preguntas, de asombrarse ante los hechos naturales y de la ciencia y que, además, implica procesos de generalización, análisis, síntesis, aplicación, simulación y réplica, no exhibió el desarrollo esperado en la habilidad académica. La interpretación de este resultado obliga a considerar factores relativos a la implementación del tratamiento orientado a desarrollar esta habilidad, al tiempo de experimentación, a la teoría sobre entrenamiento general y específico de la habilidad de solución de problemas, y a los ítems concretos con los que se evaluó la capacidad para solucionar problemas.

La baja productividad en la habilidad en cuestión, exhibida en la respectiva prueba, amerita, en efecto, explicaciones concretas y pertinentes respaldadas en hechos y teoría. Desde el punto de vista de los hechos, quedó establecido, como se mencionó en la sección anterior, que el componente de heurísticos recomendado

a los docentes como aspecto básico instrumental para facilitar la solución de problemas no fue trabajado por los profesores, como ellos mismos lo manifestaron en la reunión final de evaluación del proyecto. Sin esta herramienta, bien asimilada y practicada, es muy difícil acertar en problemas como el de los abrazos que se colocó a estudiantes de 6º y 7º. Los heurísticos de graficación y notación habrían sido facilitadores para resolver este caso.

En segundo lugar, el tiempo de experimentación, corto o escaso en 1994 y discontinuo por anormalidad académica en 1995, no fue el mejor aliado del desarrollo de esta habilidad, la más compleja de las trabajadas. El mes o mes y medio de tratamiento sirvió apenas para que los estudiantes se pusieran a disposición y comenzaran a trabajar la estructura de solución de problemas, a procesar la habilidad a partir de los diferentes elementos didácticos; pero obviamente no fueron suficientes ni el tiempo ni la asimilación.

Por lo que a la teoría se refiere, la literatura de aprendizaje basado en problemas recoge resultados de investigaciones que establecen la correlación positiva entre la información relacionada con el tema sobre el cual se resuelve el problema y la solución misma (Norman y Schmidt, 1992; Norman, 1988; Eylon y Linn, 1988). También se ha logrado establecer que no es posible mejorar la destreza de resolver problemas al margen de contenidos específicos. No se desarrolla una estrategia

general para la solución de problemas por más que se trabaje sobre problemas. Cada saber parece requerir de habilidad específica de solución íntimamente vinculada a los contenidos propios del mismo saber (Berner, 1984; Norman et al., 1992; Norman, 1988; Eylon y Linn, 1988). Mientras más unidades de información asociadas con la temática del problema se tengan, más fluida y pronta es la solución. Cada saber tiene una estructura de conocimiento cuya lógica interna es menester conocer para no bloquear vías de solución cuando se enfrentan problemas (Benor, 1983).

El proyecto de enseñanza de las ciencias focalizó su trabajo en el área de las ciencias básicas, particularmente la biología y la física. Los problemas trabajados en mapas conceptuales y proyectos integrados abordaron casos en estas áreas. La habilidad desarrollada en el escaso tiempo de experimentación se centró más en estos saberes; pero los problemas asignados en las pruebas de habilidades son problemas ficticios, como el de los abrazos y problemas matemáticos. La transferencia esperada no actuó en tan corto tiempo, si es que se logra transferencia distante de habilidades generales de planeación, evaluación, prueba de alternativas, modelos utilizables, etc. (Eylon y Linn, 1988), habilidades que prácticamente se identifican con heurísticos específicos. Ya constatamos que éstos no fueron implementados suficientemente.

Por último, como también lo menciona Norman (1988) en su artículo "Habilidades de solución de problemas, solución de problemas y aprendizaje basado en problemas", las evaluaciones que suelen hacerse de la habilidad para resolver problemas no detectan bien dicha habilidad porque se utilizan pocos problemas, como pasó en este proyecto concreto, y tales problemas no son generalizables. Lo que se dice, entonces, en este tipo de evaluaciones suele tener una débil validez.

En cuanto a la capacidad transferencial, ésta puede enfocarse como transferencia académica específica cercana, consistente en el aprovechamiento del aprendizaje presente para enfrentar situaciones académicas futuras y facilitar su aprendizaje y solución, o como transferencia general distante no restringida a los aprendizajes académicos afines, sino aplicable a situaciones de la vida cotidiana y a la solución de problemas de toda índole. Pues bien, no se alcanzó a detectar transferencia académica cercana, pero sí transferencia general reflejada en la participación activa de los estudiantes en el diseño y ejecución de proyectos con los que se apropiaron de situaciones problemáticas de sus comunidades, las analizaron desde los saberes académicos y buscaron, con éstos y sus aplicaciones o transferencias, soluciones en las que demostraron conciencia del uso y compromiso para generar aplicaciones adecuadas.

5.2.3. Sobre Efectividad en torno a Conocimientos Declarativos y Cambio Conceptual

Esta conclusión se extrae del análisis estadístico y más aún del análisis de protocolos de las entrevistas clínicas hechas a los estudiantes.

Los datos levantados permiten concluir que el cambio conceptual fue muy débil en 5º y 6º y moderado en el grado 7º. Se evidenció el escaso o nulo trabajo de la estructura epistémica, componente esencial en el modelo de Perkins y Simmons. En efecto, las respuestas de los estudiantes reflejaron la subsistencia de creencias e incluso tabúes sobre la reproducción que interfieren la asimilación de los conceptos científicos. Evidentemente los docentes no trabajaron la perturbación de tales creencias o preteorías, probablemente porque no las averiguaron y por ende no se produjo el cambio hacia nuevas teorías.

Pero el débil cambio conceptual se ha detectado también en otros estudios que ratifican como las preteorías son resistentes a la estrategia instruccional. Estudio sobre la enseñanza de la física, adelantados por Fernández y Méndez Pidal (1987) sobre persistencia de preconceptos de Estática en alumnos de clase de física del segundo curso, concluyó que existía, dos meses después del estudio de la estática de los fluidos, un porcentaje alto de alumnos que mantenían firmemente arraigada la idea de

que cuando se sumerge un sólido en un líquido el volumen desalojado de éste no tiene relación alguna con el volumen de aquél y que la relación se da más bien entre el peso o la masa del cuerpo sumergido y el volumen del líquido desalojado.

Las entrevistas, reflejaron un mejoramiento en habilidades en los grupos experimentales, lo cual facilita el camino para el cambio conceptual. Este indudablemente se apuntala en la capacidad de análisis y de reelaboración o síntesis de los conocimientos, facilitando el aprendizaje significativo en términos de construcción y discriminación de significados y enriquecimiento conceptual más que en términos de cambio, como lo propone Moreira (1994).

El análisis estadístico mostró logros diferenciales de conocimientos declarativos en favor de los grupos experimentales de 5º y 7º grados. En el grado 6º no se reflejaron diferencias significativas.

5.2.4. Sobre Fomento de la Investigación

El método de proyectos demostró fortaleza sensible para motivar a docentes y alumnos a iniciarse en el campo de la investigación. En concreto unos y otros enfrentaron la actividad de identificar problemas y analizarlos, practicaron la observación, actividad básica en la investigación científica, trabajaron la documentación,

levantaron datos primarios a través de entrevistas y observación refinada con series de fotografías, redactaron informes en equipo y ensamblaron un informe final de resultados. Esto ocurrió en todos los grupos experimentales, éste es, en tercero, quinto, sexto y séptimo, grupos en los cuales se trabajaron los proyectos integrados. Estos demostraron ser medio eficaz para iniciar en la investigación de una manera a la vez sistemática y espontánea, a la vez seria y grata y a la vez teórica y aplicada a problemas de la cotidianidad de los estudiantes y las comunidades. Iniciar desde temprano a los estudiantes en la investigación y la tecnología es propósito de la educación moderna como bien lo recoge el Informe Conjunto de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo (1994). Ciencia y tecnología son activos para construir el nuevo país.

Debe destacarse cómo en este proyecto de enseñanza de las ciencias los docentes experimentales actuaron como coinvestigadores, no solo como informantes. Desde la segunda fase de capacitación fueron asumidos como tales y conscientemente adoptaron este papel con las funciones consiguientes de llevar un diario de campo con sus observaciones sobre el desempeño de los tratamientos, sus logros, sus dificultades, la motivación de los estudiantes, los efectos varios del proyecto y las recomendación para el desarrollo futuro de la experiencia.

5.2.5. Sobre Habilidades Relativas a Solución de Problemas

Como se planteó en la sección 5.2.2, en la literatura relacionada con el Aprendizaje basado en problemas se expone reiteradamente que no se ha encontrado evidencia que apoye la teoría de una habilidad general para resolver problemas. Más aún, que no parece posible desarrollar una estrategia general de resolución de problemas. Lo que va tomando fuerza en la investigación al respecto es que la habilidad para resolver problemas está vinculada a conocimiento de contenidos específicos, lo que plantea la existencia de habilidades de solución adscritas a saberes y aún a contenidos parciales dentro de un saber (Berner, 1984; Norman, 1988; Eylon y Linn, 1988; Norman et al., 1992).

En lo que a la investigación de El Quindío respecta, debe recordarse que los problemas concretos estudiados y resueltos tuvieron que ver con el área de ciencias naturales, al menos como área eje de los proyectos integrados, por lo cual se presume que la habilidad que haya podido desarrollarse en el tiempo de experimentación haya tenido lugar en esta área. La evaluación realizada en la prueba final de habilidades pidió a los estudiantes resolver problemas ficticios como el de los abrazos, área diferente a las trabajadas, como ya se dijo.

La situación planteada y los resultados mínimos en la solución de problemas en áreas distintas a las focalizadas por la investigación contribuyen a validar la teoría sobre especificidad de habilidades de solución de problemas, sobre la estrecha vinculación de éstas con contenidos o información también específicos, y sobre el no desarrollo de una habilidad general para resolver problemas.

5.2.6. Sobre Motivación de los Docentes y Compromiso con el Cambio Metodológico

La motivación de los docentes, así como su compromiso con el cambio metodológico, que es condición para el cambio o desarrollo conceptual en los alumnos, tuvo un proceso incrementalista que se refleja en las consultas, la solicitud de documentación complementaria, los protocolos de las entrevistas, los informes escritos entregados y los resúmenes de evaluación y capacitación. El primer momento fue de expectativa ante la presentación del proyecto, análisis de su complejidad y de la capacidad personal de llevarlo a cabo. Fue una fase dubitativa que para varios llegó hasta la segunda sesión de capacitación. El segundo momento parte del taller de simulación sobre proyectos integrados, de la clase problémica y de la entrega de un manual de mapas conceptuales para 5º, 6º y 7º. Los docentes

se sintieron impulsados hacia la operatividad y se entregaron con entusiasmo al desarrollo de los tratamientos. El acompañamiento permanente "in situ" le dió especial dinámica a esta fase.

La tercera fase llega a medida que el docente se ve a sí mismo como autogestor protagonista del proyecto; cuando el desarrollo del experimento y dominio de los tratamientos efectivamente montados le dan la sensación de que va evolucionando del status de novato a experto; cuando observa el progreso de los estudiantes a partir de su cambio metodológico; y cuando, en fin, entra a participar con sus colegas en autoevaluación de resultados, en intercambio de experiencias demostrando mayor seguridad conceptual y metodológica.

Es interesante anotar en esta conclusión que se observó una motivación-acción más alta en los docentes de los grados inferiores. En el grado 10º fue visible también cierta evolución motivacional positiva, pero con menor traducción en acción realizada.

Con respecto al cambio metodológico el proceso fue similar al motivacional. En un principio se dió expectativa paralela al proceso de asimilación conceptual de los modelos que se deseaba introducir. En un segundo momento hubo ensayos aislados y signados por yuxtaposición de componentes, sin una asimilación del carácter integrativo del modelo de cambio

conceptual propuesto. Los docentes avanzaron bastante en el dominio y manejo de los mapas conceptuales y de los proyectos integrados, lo cual se reflejó también en los alumnos, pero poco se adelantó en el manejo de heurísticos para la solución de problemas y en prácticas relacionadas con la estructura epistémica del conocimiento, tan necesarias para producir el cambio conceptual.

Puede decirse que con respecto a cambio metodológico éste quedó a mitad de camino, lográndose buena asimilación de algunos elementos del modelo y adecuada aplicación de los mismos (mapas y proyectos), pero escasa conceptualización y casi ninguna aplicación de otros, aunque sí conciencia de ello y disposición positiva para continuar su implementación en el año que viene, disposición que fue reiterada por todos en la sesión final de evaluación. La motivación y compromiso de los docentes se evidencia en la conformación de un grupo de estudio integrado por los profesores de Física del grado 10º, grupo que ha solicitado documentación actualizada y seguimiento para profundizar en el cambio conceptual y proyectar su acción en 1995.

5.2.7. Sobre Motivación de los Estudiantes

Los protocolos de las entrevistas clínicas, los informes de los estudiantes y los productos entregados por docentes y alumnos,

apartes de los cuales fueron citados en el capítulo de análisis de resultados, hablan con voz fuerte de la capacidad de los tratamientos para motivar a la muchachada. Despertaron su interés y motivación continuada, especialmente los mapas conceptuales y los proyectos integrados como se mostró en el capítulo anterior, y de los proyectos derivaron los estudiantes sensibilidad, curiosidad intelectual, recursividad y creatividad para buscar información y goce en el campo particular de la investigación. Resaltaron también su poder de ponerlos en contacto con los problemas de la comunidad y con sus actores y poder participar en la búsqueda de soluciones a partir de la teoría que estudian en la escuela y que el proyecto les estimula a ampliar con documentación adicional.

Las manifestaciones de alumnos y docentes, pero sobre todo los productos desarrollados por los primeros en relación con mapas conceptuales y proyectos integrados, permiten concluir que la motivación de los estudiantes no es solo producto del "efecto Thawtorne" o efecto de saberse parte de un experimento, sino que prendió hondo y debe ser cultivada por los docentes para llegar al cambio o desarrollo conceptual perseguido y al desarrollo de la cultura científica y tecnológica buscada también por este proyecto.

5.2.8. Sobre Asimilación de Estrategias de Aprendizaje

Se constata el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los alumnos como consecuencia de la aplicación de los tratamientos en forma sistemática y continuada. Lo que comenzó como cambio en estrategias de enseñanza en los docentes, poco a poco fue evolucionando hacia estrategias de aprendizaje asimiladas por los estudiantes, potenciando así su capacidad de aprender a aprender ciencias y su capacidad de transferir estas estrategias a otras áreas, lo cual incide en el desarrollo de las habilidades de pensamiento. Esta conclusión se extrae de varias observaciones realizadas por los investigadores, que cualitativamente apoyan las inferencias estadísticas derivadas de los datos de las pruebas finales de habilidades y conocimientos declarativos.

En efecto, durante la aplicación de las pruebas finales o postests, se observaron en Buenavista y Pijao casos de asimilación de los mapas conceptuales y de la técnica de la fantasía en estudiantes de 7º y 10º grados, respectivamente. En Buenavista, a una niña del grado 7º, del grupo experimental, se le cayeron al piso, de la parrilla inferior de su silla universitaria, dos hojitas de cuaderno, el acompañante se acercó a recogerlas y observó que se trataba sobre un mapa conceptual sobre la célula, elaborado por la alumna, y de dos fantasías creadas por la misma, una sobre la célula y la otra sobre los parásitos en el aparato digestivo. Sin duda alguna la estudiante había aprendido a usar estos

procedimientos como estrategias para facilitar su repaso y aprendizaje.

En Pijao, un estudiante del grado 10º, también de grupo experimental, se encontraba concentrado construyendo un mapa conceptual cuando se inició la información sobre la aplicación del postest. La observación que luego hizo el acompañante evidenció la asimilación de este tratamiento, no ya como procedimiento de enseñanza sino como estrategia de aprendizaje.

5.2.9. Sobre Apoyo Institucional y Proyección del Cambio en la Enseñanza de las Ciencias

El proyecto contó con el apoyo financiero y motivacional del Corpes de Occidente con el apoyo administrativo de la Secretaría de Educación Departamental de El Quindío y con el apoyo directo de rectores y directores de escuelas y colegios. Este apoyo institucional explica buena parte del éxito del proyecto. Incluso en varios establecimientos se solicitó a los docentes compartir con los colegas el material básico de la investigación y mantenerlos informados sobre el desarrollo de la experiencia. Tal actitud crea un ambiente propicio al cambio metodológico y abre las puertas a procesos de capacitación generalizada a partir de los resultados del experimento. Esta capacitación debería

tener presentes los hallazgos recogidos en la sección 5.6 sobre bases relativas a motivación de los docentes y compromiso con el cambio metodológico.

Elemento importante para la proyección del cambio metodológico es la conformación de grupos de estudio e intercambio de experiencias que emergió espontáneamente entre los docentes experimentales sin conformación formal por parte de los investigadores. Es esta experiencia de socialización de los procesos de la investigación y de asunción de autogestión de la misma y del mejoramiento de la enseñanza de las ciencias la que augura mayor probabilidad de éxito al desarrollo intelectual de los estudiantes, al cambio y desarrollo conceptual y al cambio metodológico, todo ello como medio dinámico, es decir, abierto a la autoevaluación permanente, para elevar la calidad de la educación en el área de las ciencias básicas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aldana, E. Y otros. Colombia al filo de la oportunidad. Informe de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. Santafé de Bogotá: Colciencias. 1994.

Alexander P., y Judy, J. The Interaction of Domain - Specific and Strategic Knowledge in Academic Performance. Review of Educational Research. Vol 58, No. 4, 1988

Ausubel, D. Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognoscitivo. Trillas, México, 1983.

Batista, E. Y otros. Calidad y Futuro de la Educación en la Región de Planificación del CORPES de Occidente. Medellín: U.de.A, 1994.

Benor, D.E. An Alternative, non-brunerian approach to problem-based learning. Bengurion University, Israel, 1983

Berner, E. Paradigms and Problem-Solving: A Literature Review. Journal of Medical Education. Vol. 59, august, 1984.

Bruer, J.T. El viaje de la Mente del Novato para llegar a ser un Experto. Santillana, Santafé de Bogotá, 1993.

Driver, R. The Representation of Conceptual Framework in Young Adolescent Science Students. Tesis de Doctorado, Universidad de Illinois, Urbana, 1973.

Eylon, B. y Linn, M. Learning and Instruction: An Examination of Four Research Perspectives in Science Education. Review of Educational Research Vol. 58, No. 3, 1988

Fernández, J.M. y Méndez Pidal. I.B. Estudio del Grado de Persistencia de Ciertos Preconceptos Sobre la Estática de Fluidos en Alumnos del Segundo Curso del BUP. Enseñanza de las Ciencias, 5(1), 27-32, 1987.

Lee, O. y Anderson,, Ch. W. Task Engagement and conceptual change in middle school science classrooms. American Educational Research Journal, Vol. 30, No. 3, 1993.

MEN. Informe Saber. Informe de 1992 y primeros resultados de 1993. Sistema Nacional de Evaluación de la Calidad d la Educación. Santafé de Bogotá, 1992.

Moreira, M.A. y Novak, J.D. Investigación en Enseñanza de las Ciencias en la Universidad de Cornell: Esquemas Teóricos, Cuestiones Centrales y Abordajes Metodológicos. Enseñanza de las Ciencias, 6 (1), 3-18, 1988.

Moreira, M.A. Cambio Conceptual: Crítica a Modelos Actuales y una Propuesta a la Luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo. Ponencia presentada en el Seminario Taller sobre Innovaciones en la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica. Montevideo, 1994.

Norman, G. R. Problem-Solving Skills, Solving Problems and Problem-Based Learning. Medical Education, 22, 1988.

Norman G. et al. The Psychological Basis of Problem Based Learning: A Review of the Evidence. Academic Medicine, Vol. 67, No. 9, 1991.

Novak, J. Constructivismo Humano: Un Consenso Emergente. Enseñanza de las Ciencias, 6,3, 1988.

Novak, J. Aprendiendo a Aprender. Martínez Roca. Barcelona, 1988a.

Pérez, R. y Gallego-Badillo, R. Corrientes Constructivistas. De los mapas conceptuales a la teoría de la transformación intelectual. Editorial Colombia Nueva Ltda. Santafé de Bogotá, 1994.

Perkins, D. and Simmons, R. Patterns of Misunderstanding: An Integrative Model for Science, Math, and Programming. Review of Educational Research, Vol. 58, No. 3, 1988

Pintrich, P. et al. Beyond Cold Conceptual Change: The Role Of Motivational Beliefs And Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. Review of Educational Research, Vo. 63, No. 2. 1993

Posner, G. et al. Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. Science Education, 66, 1982

Royer, J. et al. Techniques And Procedures For Assessing Cognitive Skills. Review of Educational Research. Vol. 63, No. 2. 1993

Segura, D. Exploración de la posibilidad de aplicación de una alternativa para la enseñanza de las ciencias en el nivel de básica primaria, inspirada en las Actividades Totalidades Abiertas. Bogotá, Colciencias, 1992.

Swanson, H. L. et al. An Information Processing Analysis Of Expert And Novice Teachers' Problem Solving. American Educational Research Journal. Vol. 27, No. 3, 1990

Walberg, H. Improving School Science in Advanced and Developing Countries. Review of Educational Research. Vol. 61, No. 1. 1991.

Walker, D.F. (1992). Methodological issues in educational research. In Jackson, Philips W. (1992). Handbook of Research

on CurriculumÑ A Project of the American Educational Research Association. New York: McMillan.

Williams, L. V. Aprender con todo el cerebro. Ediciones Martínez Roca. Barcelona, 1986

Zambrano, A.C. La relación entre conocimiento común y conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio conceptual de las ciencias. Proyecto presentado a COLCIENCIAS, 1994.

ANEXOS

Centro Docente "San Vicente de Paul" 1

Grado 5º

Genova Quindío

1994

Proyecto Integrado: Sistema Digestivo de los Animales, enfermedades y cuidados

A. Fase 1.

1. Presentación del tema: Motivación: Para que el trabajo de las ciencias

naturales sea más agradable, vamos a realizarlo en forma de proyecto, o sea lograr el aprendizaje por medio de la investigación, para resolver un problema determinado que está inmerso en su vida cotidiana. Para que los alumnos del grado quinto a partir de percepciones y sensaciones, puedan cuestionarse la realidad y mediante la reflexión personal y la interacción social, elaborar respuestas a los interrogantes del mundo, y de establecer condiciones para generar ideas y aprendan a pensar en contextos y con argumentos que tengan sentido para ellos. Para establecer el proceso de enseñanza en torno al aprender trabajando, surge la necesidad de elaborar proyectos.

En nuestro primer proyecto trataremos los siguientes aspectos:

- Una de las principales necesidades de los seres vivos es la alimentación.
- Todos los animales tienen un sistema digestivo.
- Partes del sistema digestivo. Descripción (Cartelera)
- Comparación entre el sistema digestivo de un pez, un ave, una vaca y el hombre.
- Funciones de cada una de las partes del sistema digestivo.
- Higiene del sistema digestivo: Alimentación balanceada, correcto cepillado... etc.
- Enfermedades: Desnutrición, Parasitismo, Caries, Diarreas... etc.
- Proceso de la digestión. (boca... ano)
- Papel de las enzimas digestivas en las reacciones químicas del organismo. (amilasa - lipasa) facilitando la digestión de los alimentos. (experimentos)
- Funciones de los órganos anexos al sistema digestivo: Glándulas salivales, hígado y páncreas. (El bazo es un órgano anexo al tubo digestivo, pero pertenece al sistema circulatorio.)
- Proceso de tratamiento del agua.
- Enfermedades transmitibles al hombre por consumir animales enfermos.

B. Fase 2 Conceptos básicos

- Los seres vivos necesitan una alimentación adecuada, especialmente el hombre que debe tener una alimentación balanceada. (Alimentos energéticos, constructores, y reguladores.)
- Los alimentos tomados por un organismo, deben ser aprovechados por todas las células que lo conforman.
- Para que los alimentos sean aprovechados por el organismo es necesario que sean transformados, mediante el proceso de la digestión.
- Para realizar la digestión los animales poseen un sistema digestivo que se encarga de ese trabajo.
- El sistema digestivo está dividido en regiones especializadas para una función determinada.
- Las estructuras y el mecanismo de la digestión varían en los animales.
- La conservación de la salud depende de la buena higiene que observemos.
- Nuestro sistema digestivo se puede ver afectado por múltiples enfermedades.
- El proceso de la digestión va desde la ingestión del alimento, hasta la eliminación de los desechos.
- El aparato digestivo consta de los siguientes órganos: boca; dientes, lengua, glándulas salivales. Esófago. Estómago. Hígado. Páncreas. Intestino delgado. Intestino grueso y ano.
- Los alimentos, después de tomarlos ^{se transforman} dentro de nuestro cuerpo en sustancias alimenticias, estas sustancias pasan a la sangre, que las transporta y reparte por todo el organismo.

C. Fase 3 Elaboración del plan.

Constitución de equipos.

- Elaboración de cartelera con los tipos de alimentos. (alimentos constructores, alimentos energéticos, alimentos reguladores)
- Elaboración de cartelera y cuadro comparativo de los órganos digestivos de un pez, un ave, una vaca y el hombre.
- Visita al matadero del municipio, para observar el sacrificio de ganado vacuno y porcino, comparar sus sistemas digestivos, y resolver algunos interrogantes.
- En el aula de clase abriremos un pez y un ave, para observar detenidamente sus sistemas digestivos y hacer comparaciones. (pez-ave-vaca-hombre)
- Realización de un cuadro sinóptico, colocando al frente de cada parte del tubo digestivo, su principal función.
- Fotocopiar. Organos del tubo digestivo. Organos anexos al tubo digestivo. Enciclopedia: didáctica de las ciencias. Anatomía pgs 70-71 y 74-75.
- Charla a todos los alumnos, por parte de una enfermera del hospital San Vicente de Paul, sobre los cuidados que se deben tener, para mantener sano nuestro s. digestivo.
- Visita a la odontóloga del hospital para que los informe sobre enfermedad, des, cuidados y como conservar una correcta higiene dental.
- Entrevista con el médico jefe del hospital. San Vicente de Paul, para recibir información sobre las enfermedades que se alojan en el sistema digestivo.
- Visita a la planta de tratamiento de agua de la localidad.
- Diálogo con el señor veterinario para que los informe sobre enfermedades transmisibles al hombre por consumir carne o leche de animales infectados.
- Charla con el señor inspector de higiene para que los oriente sobre las normas higiénicas que se deben tener en cuenta al vender alimentos al público.
- Informe escrito sobre salud preventiva, cómo evitar las diarreas, las caries, los parásitos, la desnutrición... etc. Sustentar el trabajo con folletos, fotocopias, o recortes de prensa. (Charla enfermera)
- Elaboración de la hemeroteca. (Recortes de prensa y otros relacionados con el tema.

D. Fase 4. Documentación

Para la elaboración de nuestro proyecto educativo sobre enfermedades, y cuidados que debemos tener con nuestro sistema digestivo nos desplazamos a diferentes sitios del municipio y también entrevistamos varias personas que nos brindaron gran ayuda gracias a sus conocimientos y experiencias pudimos llevar a feliz término nuestro trabajo investigativo.

Los alimentos en la nutrición de los animales

Como bien lo sabemos, los animales necesitan incorporar a su organismo alimentos y agua para mantener la vida. Los alimentos proporcionan las sustancias que da al organismo materia y energía. Por eso es necesario llevar una dieta balanceada, de acuerdo con la función que cumplen los alimentos, se pueden clasificar en tres grupos.

Alimentos Constructores: Estos alimentos contienen las sustancias encargadas de formar los músculos, la piel, la sangre, el cabello y demás tejidos de nuestro cuerpo. Están formados por proteínas. Entre ellos están los vegetales, la carne, la leche, los huevos y el queso.

Alimentos Energéticos: Estos alimentos dan calor y la fuerza necesaria para mantener la temperatura del cuerpo, están formados por carbohidratos y por lípidos. Los carbohidratos están representados por almidones y azúcares, pertenecen a este grupo los cereales, los dulces y confites.

Alimentos Reguladores: Estos alimentos ayudan al buen funcionamiento del organismo, pertenecen a este grupo las vitaminas y minerales, pertenecen también a este grupo las frutas y hortalizas, su carencia produce problemas de salud. El no consumir los alimentos requeridos produce trastornos en la salud. La cantidad de calorías que necesita una persona depende de la edad, el sexo, el trabajo, el clima, y el estado de su salud.

Las Vitaminas: Son sustancias químicas que se encuentran en los alimentos vegetales son indispensables para la formación de los huesos y dientes.

Los Carbohidratos: Se llaman así porque contienen carbono, oxígeno e hidrógeno.

Las Proteínas: Están compuestas por grandes moléculas, integradas principalmente por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Los Lípidos: Están representados por las grasas y los aceites y están formados por grandes moléculas compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno.

La Digestión

Fantasia de identificación

Finalidad: Ayudar a la comprensión de la realización de la digestión. Los alumnos se identificaron con el alimento.

Sitúa tu cuerpo en una posición cómoda... Ahora cierra los ojos... Imagino que eres un pedazo de pan... y que vas a realizar un viaje imaginario al lado de otros alimentos, que consume el hombre.

Ya te encuentras abordando una cuchara rebosante de una deliciosa sopa que contiene varios ingredientes, cereales, legumbres, verduras, carne y pan. La cuchara conduce a sus pasajeros, hasta la boca allí observas con admiración como hileras de dientes y muelas están preparadas para cortar y triturar el alimento. Los alimentos son triturados amasados y remojados por un flujo que producen las glándulas salivales que van conectadas a la boca por unos tubos. La lengua con sus movimientos ayuda a mezclar todos los alimentos... Te das cuenta de las funciones de cada parte de la boca, todas ayudan a que te conviertas con tus amiguitas en bolo alimenticio. Por acción de la saliva te vas transformando, es decir te desdoblas. De pronto te encuentras en un túnel, es el esófago y sientes unos fuertes movimientos que te empujan, hasta que caes en un saco en forma de J, estas en el estómago.

Ahora parece que estuvieras dentro de una licuadora a toda revolución... Te sientes maravillado ante tantos descubrimientos, ahora te sientes nadando en un río de alimentos semilíquidos, es un río muy largo... estás en el intestino delgado y sientes como unos líquidos te bañan, el jugo intestinal y otros provenientes del hígado y del páncreas, sigues nadando... y observas que unos vellosos que tiene el intestino absorbe los alimentos de pronto te toca, eres absorbido por esas bellezitas, pasas a los vasos sanguíneos y ves que algunos de tus amiguitas son desechadas por esas vellosidades, y siguen nadando hacia el intestino grueso, de allí salen al exterior por el ano. Te sientes triste y feliz al mismo tiempo, pues no tomaste la misma suerte de ellos.

¡Asombroso! gritas, muy emocionado, me dejaré llevar por la corriente navegas en el sistema circulatorio. Descubres cosas maravillosas, esto parece un sistema de riego, plantas y ves que el organismo estaba aprovechando el alimento que llevaba a la sangre y te sientes muy feliz y muy útil de proteger y nutrir todos los tejidos del organismo de esa persona. Ya puedes salir de allí con la satisfacción de haber cumplido una bonita labor... Ahora, si lo deseas, vuelve tu mente a esta aula de clase, abre los ojos.

FORMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE GENOVA.

• Visita al médico del hospital

El día 4 de octubre a las 4 p.m. los alumnos se entrevistaron con el médico jefe del hospital "San Vicente de Paul" Dr. Fredy Wilson Herrera Franco. El médico se mostro muy amable y les brindo mucha confianza a los niños, quienes le hicieron preguntas relacionadas con las enfermedades del sistema digestivo. (Ver anexo # 8)

• Visita al inspector de higiene del municipio

El día 14 de octubre de 1994 los alumnos sostuvieron una charla con el señor Gustavo Lejma Murillo, inspector de higiene, al cual le preguntaron sobre las enfermedades que nos pueden transmitir algunos animales al consumir leche cruda o carne mal cocida, sobre las condiciones en que deben estar los alimentos como verduras, frutas, enlatados y otros para poder ser consumidos por las personas, que normas higiénicas se deben conservar en los sitios donde encontramos alimentos de venta al público. (Ver Anexo # 9)

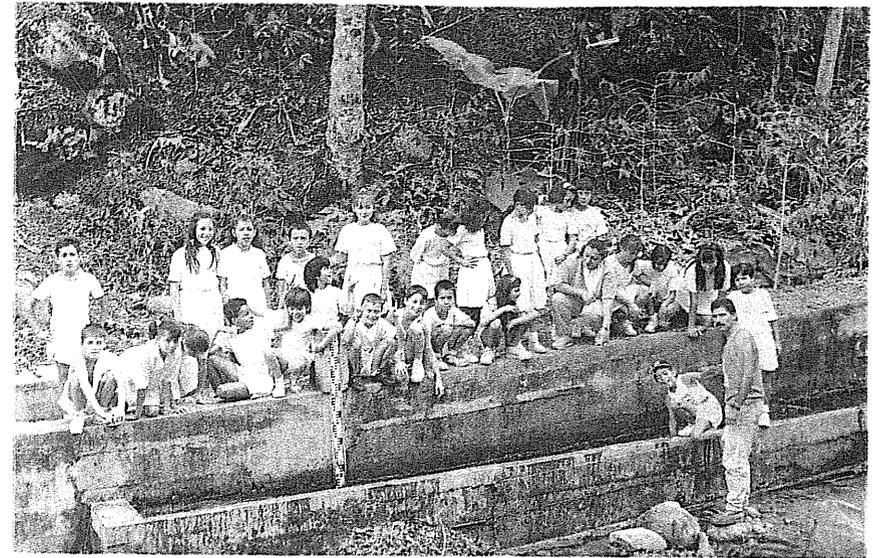
• Visita al señor Veterinario de la localidad.

El día 15 de octubre a las 5:30 p.m. los niños dialogaron con el señor Carlos Alberto Messa, veterinario del municipio, al cual le hicieron algunas preguntas relacionadas con las enfermedades que nos pueden transmitir los animales, si no conservamos algunas normas básicas de higiene. (Ver anexo # 10)

• Visita a la planta de tratamiento del agua.

El día 14 de octubre a las 12:30 nos hicimos presentes todo el alumnado y la profesora, en la planta de tratamiento del agua, para observar y consultar sobre la forma como se trataba el agua en el municipio. Allí nos atendió el señor Omar Modera encargado de la vigilancia y el funcionamiento de dicho lugar. (Ver Anexo # 11)

Los alumnos se mostraron muy contentos, activos atentos a todas las explicaciones que nos daba el encargado de dicho lugar, subimos hasta la parte alta donde se encuentra la bocatoma, sitio donde se toma el agua, hicimos todo el recorrido de los tanques purificadores, hasta llegar a los tanques que almacenan el agua ya tratada, lista para ser consumida por los habitantes del municipio.



El agua para el consumo de los habitantes de Genova se toma en este sitio, llamado bocatoma o vertedero, se toma tal como viene del río Gris, se encuentra en un enrejado de hierro, con espacio de 1/2 cm de una a la otra.

En este lugar se quedan materiales de gran tamaño, como piedras, palos, y hojas. De este sitio pasa a los tanques desarenaadores donde se quedan partículas vegetales y minerales que arrastra el agua.

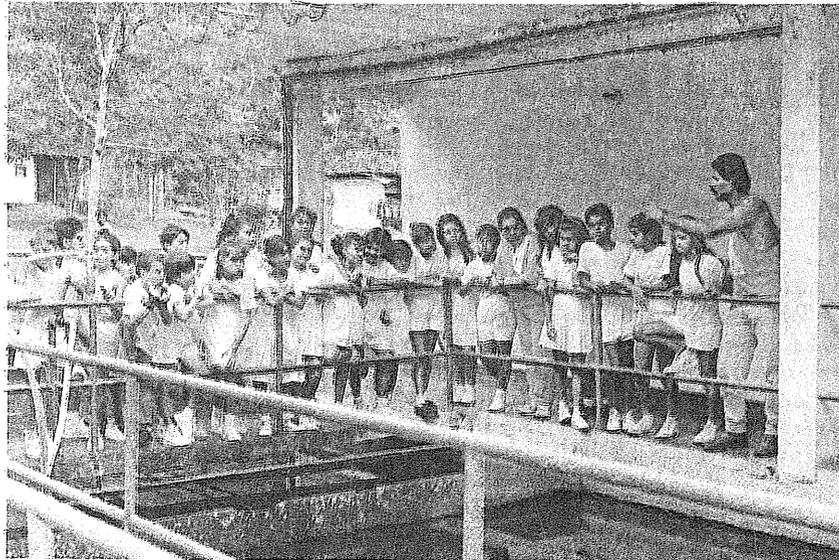
De estos tanques pasa a una cámara donde se le aplica una solución de sulfato de aluminio con la cual el agua reacciona separándose del barro. Después de este proceso pasa por unas barreras de madera llamadas Celdas en las cuales se lleva un proceso químico de separación de moléculas llamado decantación.

Luego pasa a los tanques de sedimentación donde termina de asentarse el barro, por medio de una canalita continúa el agua hacia los filtros donde termina quedándose todas las partículas minerales y el agua queda totalmente limpia, se le aplica el cloro quedando tratada completamente, quedando apta para el consumo humano.

El mantenimiento y aseo de los tanques se hace cada 8 días, los mantes y el tanque de almacenamiento cada dos meses.



Tanques Desarenadores.
(Se quedan partículas minerales y vegetales)



Barreras de madera (Celdas).
Ocurre el proceso de decantación, o sea la separación de moléculas.



Comprobación de la existencia de cloro en el agua.

Visita al matadero de la localidad

El día 21 de septiembre a las 4 p.m. los alumnos del grado 5º del Centro Docente "San Vicente de Paul" y la profesora Luz Stella, nos dirigimos al matadero a observar el sacrificio de ganado vacuno y porcino. Los alumnos se mostraron muy inquietos, curiosos e hicieron las siguientes preguntas. (Ver anexo # 4)

• Qué cuidados se deben tener al sacrificar el ganado?

Al sacrificar el ganado se debe tener mucha higiene, con el animal y de los materiales utilizados en el trabajo.

• Cómo deben testar los animales que se van a sacrificar?

El animal que se va a sacrificar debe estar sano y no debe haber ingerido ningún tipo de medicamento en las últimas horas.

• Cuántos estómagos tiene la vaca?

La vaca tiene 4 estómagos; que son: panza, redecilla, libro y cuajar.

• El cerdo tiene los mismos estómagos que la vaca?

No, el cerdo tiene solamente un estómago. Osea su sistema digestivo es diferente.

• Qué hacen con la piel del ganado?

La piel del ganado se curte y se vende para fabricar elementos de cuero, como zapatos, carteras, bolsos, correas, maletas, etc.

Experimentación en el aula de clase.

Para complementar la actividad anterior se llevaron al aula de clase

un puzo, un pollo y un cerdito, se abrieron cada uno de ellos y se comparó sus diferentes sistemas digestivos, los alumnos manipularon los diferentes animales y estudiaron minuciosamente cada una de las partes que conformaban su sistema digestivo. Compararon los diferentes sistemas.

Hubo mucho interés por parte de todo el alumnado, trabajaron muy animados y permanecieron muy activos durante todas las actividades. Fue una actividad muy agradable, pues pudieron contar con material real.

9. Fantasías sobre el aparato digestivo. Realizadas por un grupo de niños de 5º.

FANTASIAS

HECHAS POR :

MARTHA

KAROL

MONICA ISABEL

LILIANA MARCELA

- 1.- FANTASIA : Piensa que eres un pequeño gusano y una persona te va a comer en una comida muy sucia, y baja por el esofago- luego al estomago le vas a hacer mucho daño y te vuelves más y más grande y cuando quieras salir, lo haces y caes en una piscina muy grande.

- 2.- FANTASIA : El Vómito : Imagina que eres una manzana y te comen sin lavar y llevas muchos microbios cuando ya has llegado al estomago y tu le causarás mucho dolor a la persona y le provocas nauseas y la persona bonita y salen todos los microbios y — feliz la persona quedará.

- 3.- FANTASIA : Las Amibas : Sueñas que tu eres una amiba y hay una persona pisandote y le subes por los pies y empiezas a recorrer todo el cuerpo hasta llegar al sistema digestivo y llegas al ano, y la persona se desesperará por la piquifia y le dan ganas de defecar y sabras que en esa materia fecal sera expulsada-

La Fantasía fue una de las experiencias más bonitas. Por ejemplo la Fantasía de la digestión de los alimentos fue muy grata pues los alumnos se concentraron en cada uno de los aspectos narrados y vivieron personalmente en su imaginación el recorrido que hacen los alimentos.

Las experiencias contadas por los alumnos fueron fantásticas hubo en ellos admiración, miedo, alegría, susto y felicidad. Durante el recorrido que hacían dentro de un organismo.

Con la Fantasía se logra una mayor comprensión y asimilación de los temas, ya que se le permite al alumno acomodar las situaciones en su imaginación como ellos lo estimen conveniente. Además cada uno de ellos tiene diferentes formas de narrar y manifestar sus sentimientos y reacciones en las experiencias vividas en la fantasía. Note además que al iniciar una clase con una fantasía es muy productivo ya que se logra mayor interés y entusiasmo hacia el objetivo propuesto.

Es de gran ayuda para el maestro, pues ahorra una gran cantidad de explicaciones que resultarían menos productivas que una fantasía bien creada con el tema que trate su clase, lo cual lleva a una mayor concentración y entusiasmo en el trabajo escolar.

Con las fantasías los estudiantes se mostraron muy comprometidos, pues gracias a ellas los niños viven los momentos relacionados con los temas de estudio, haciendo que vivencien diferentes situaciones, lo que resulta muy ameno para ellos mediante estas experiencias adquieren valores respeto, admiración y cariño por las cosas que los rodean, comprenden mejor el fin de las cosas.

Con los mapas conceptuales los alumnos asimilan más fácilmente los contenidos de los temas o unidades de estudio además hace las clases más gratas y resumidas, despertando más la capacidad de análisis y comprensión.

La realización de los proyectos educativos de aula es un gran método de enseñanza ya que ellos se prestan para que los alumnos tomen más participación activa de las clases no se concretan a ser solamente receptores pasivos, sino que les da la oportunidad de mostrar a cada uno sus facultades, en los diferentes grupos de trabajo, también se presta para que tanto alumnos como docentes aprovechen todos los recursos que tengan a su alcance, haciendo así más práctica y amena la enseñanza.

Si logramos una verdadera integración con los temas antes mencionados es decir, si empleamos la fantasía, los mapas conceptuales y los proyectos integrados, daremos un gran cambio en todos los estamentos educativos, hacia la enseñanza de las ciencias naturales.

Ya que se logra el aprendizaje por medio de la investigación, resuelven problemas que están inmersos en su vida cotidiana y mediante percepciones y sensaciones pueden cuestionarse la realidad mediante la reflexión personal y la interacción social, aprendiendo a elaborar respuestas a las interrogantes del mundo, generan grandes ideas y aprenden a pensar en contextos con argumentos que tengan sentido para ellos.

El trabajo realizado en el proyecto, les gusta mucho a los niños, pues con este método de trabajo los alumnos asimilaban fácilmente, pues las clases se hacen más prácticas y amenas.

Me gustaría que esta forma de trabajar fuera puesta en práctica en otros grados de la básica primaria y que todas las docentes fueran capacitadas en dichos temas. (Mapas conceptuales - Fantasías y proyectos)

En la realización del proyecto no se nos presentó ningún inconveniente, por el contrario, todas las personas a las que visitamos se mostraron muy amables y nos colaboraron de acuerdo a sus capacidades. Lo cual hizo posible la realización de dicho trabajo. Fueron más bien triunfos y éxitos los alcanzados en la realización del proyecto, pues los alumnos visitaron fuentes de mucha credibilidad lo cual los incentivó a continuar con el mismo entusiasmo durante todo el tiempo que duró la investigación. Por ejemplo la charla con el médico del hospital y con otras personas del municipio aportaron grandes conocimientos que los alumnos jamás olvidarán. Se aprovecharon todas las personas, fuentes y recursos que estaban en el medio, lo cual permitió una amplia gama de conocimientos y de información.

Además de los conocimientos, los alumnos dejan gran variedad de material de enseñanza como carteles, carteleros, folletos, material impreso y recortes de prensa relacionados con los temas de estudio, que pueden ser de gran ayuda a otros alumnos.

Se logró integración de la comunidad educativa, ya que tanto alumnos, docentes y padres de familia en una u otra forma aportaron su granito de arena en la realización del trabajo.

Me gustaría que los alumnos del grado 5º fueran visitados especialmente para así lograr una mayor integración y comunicación con las personas encargadas del programa, ya que la presencia de dichas personas, llaman mucho la atención y despiertan gran interés en los alumnos.

Luz Stella García de Sánchez

C. D. "San Vicente de Paul"

Genova (Q)

Quedo de ustedes
muy agradecida y
espero que continuemos
con el programa.

¡Éxitos!

10. Apreciaciones con respecto a la aplicación de los tratamientos, emitidas por una de las profesoras participantes.

Opiniones sobre el proyecto.

Este trabajo ha sido muy agradable, pues gracias a los nuevos métodos que he experimentado en él, como:

- Mapas Conceptuales.
- Fantasías
- Elaboración del proyecto educativo

He observado y comprobado que los alumnos mostraron más interés en el área de las ciencias naturales.

- Con los mapas conceptuales los alumnos asimilan más fácilmente los contenidos de los temas o unidades de estudio además hace las clases más gratas y resumidas, despertando más la capacidad de análisis y comprensión.
 - Con las fantasías los estudiantes se mostraron muy compenetrados, pues gracias a ellas los niños viven todos los momentos relacionados con los temas de estudio haciendo diferentes situaciones. Lo que resulta muy ameno para ellos, mediante estas experiencias adquieren valores, respeto, admiración y cariño por las cosas que los rodean, comprenden mejor el funcionamiento de su organismo.
 - La realización de los proyectos educativos de aula, es un gran método de enseñanza, ya que ellos se prestan para que los alumnos tomen más participación activa de las clases no se concretan a ser solamente receptores pasivos, sino que les da la oportunidad de mostrar a cada uno sus facilidades, en los diferentes grupos de trabajo, también se presta para que tanto alumnos como docentes aprovechen todos los recursos que tengan a su alcance, haciendo así más práctica y amena las clases.
- Si se logra un adecuado plan de estudios, con los temas antes mencionados logramos un total cambio de actitud, por parte de los alumnos y docentes, hacia la enseñanza de las ciencias naturales.

Nota:

A continuación encontramos los trabajos realizados por los alumnos en sus diferentes grupos de trabajo. Se encuentran tal como ellos los entregaron, incluyendo sus errores de redacción y ortográficos.

11. Opiniones de los niños de 5° grupo experimental.

German Antonio Huertas: A mí me gustó mucho lo del sistema digestivo porque lo nunca creí que tuviera algo tan curioso

• Susan Cristina:

me gustó la ida al matadero porque estuvo todo el grupo, y además es porque vimos abrir bien la vaca y el marrano y es como en la vida sin colores ni es tan bonito.

• Claudio Lorenza

A mí me gustó mucho las cartelas porque aprendíamos más y porque todos se esforzaron para presentar un buen trabajo y además a estado muy bonito.

• Carol Juliana:

A mí me gustó mucho las fantasmagoras porque lo que nos imaginamos yo creía que era verdad.

• Getzner Cardona E.
a mí me gustó mucho lo de el sistema digestivo porque es una

experiencia muy linda por que así descubro mi sistema

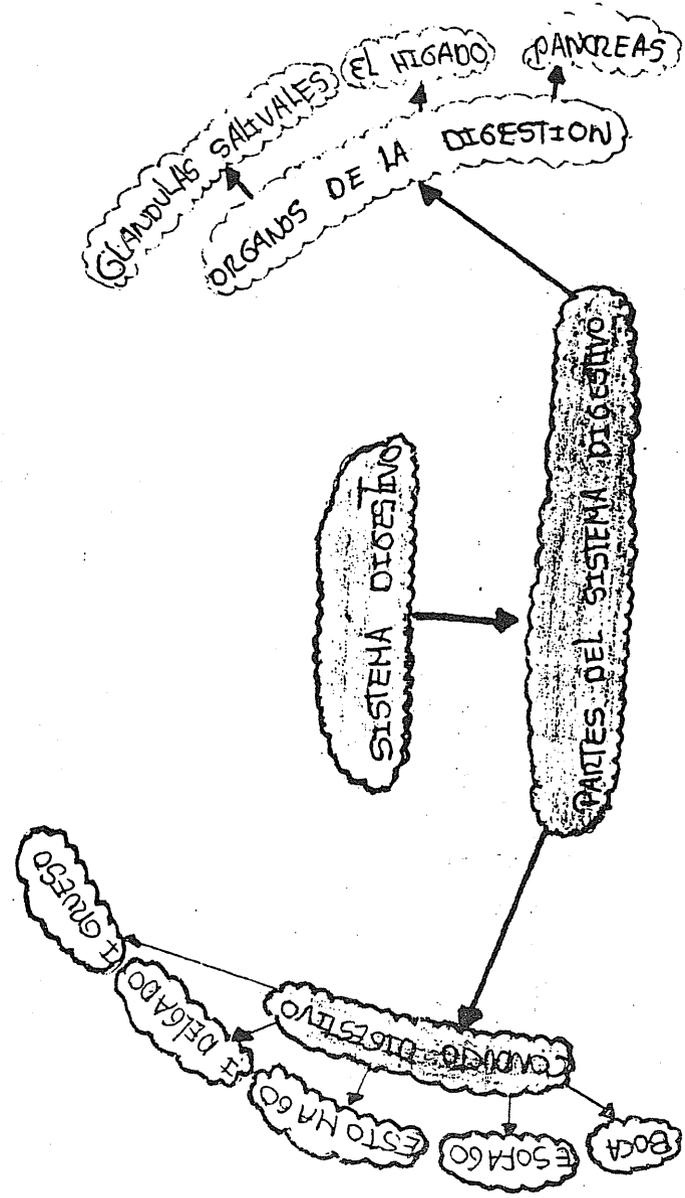
Dora Milena S:

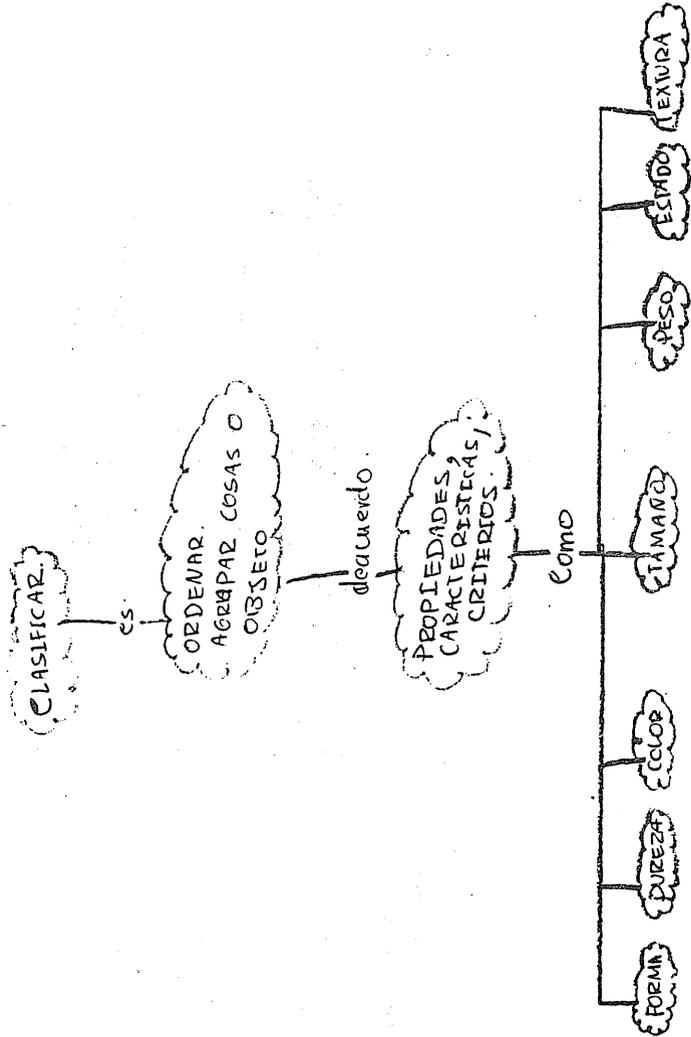
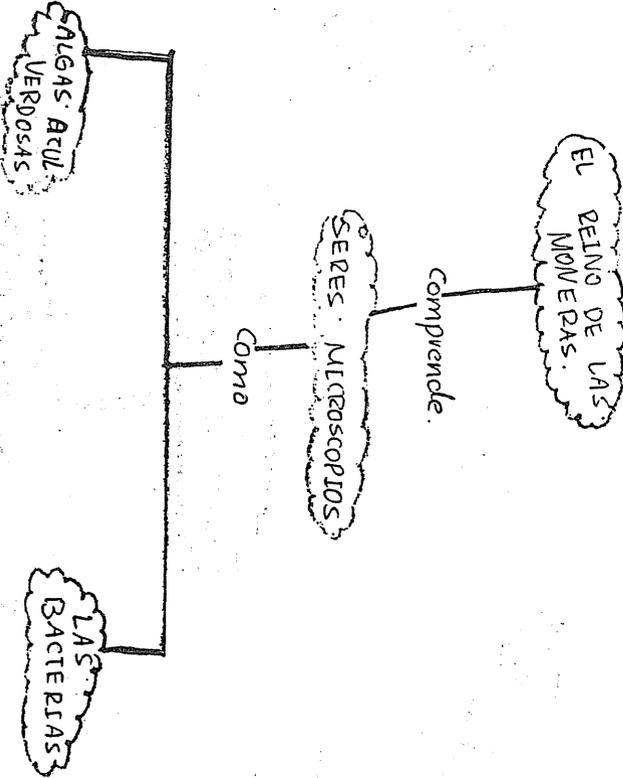
a mí me gustó cuando abrieron el pescadito porque le vi todo el sistema digestivo porque yo no había visto el sistema digestivo del pez.

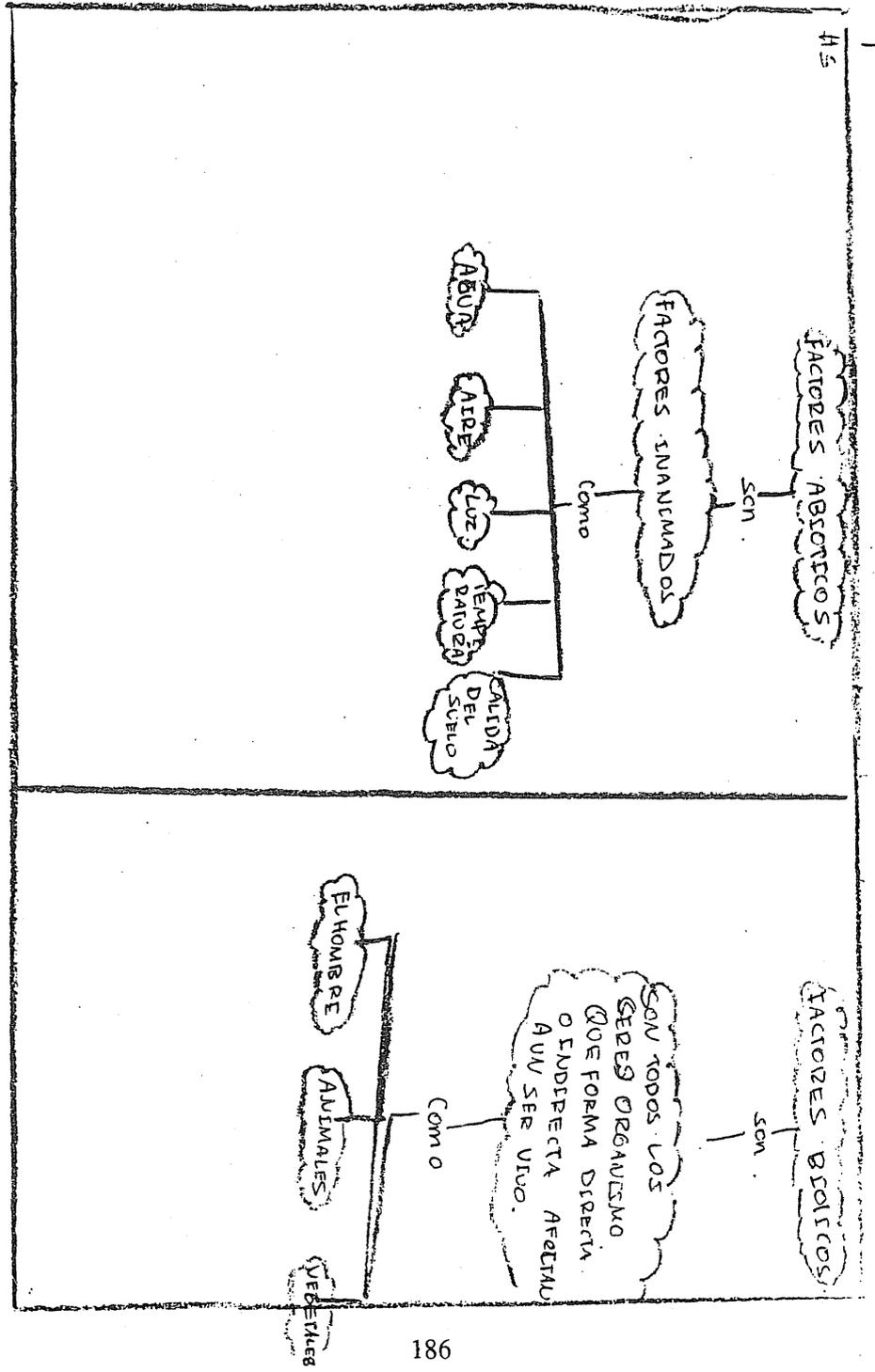
• Leidy Johanna Rengifo:

me gustó mucho la visita al Inspector de Higiene porque si uno aprende de Higiene que hay que tener con el sistema digestivo que alimentos hay que tener en cuenta para el sistema digestivo.

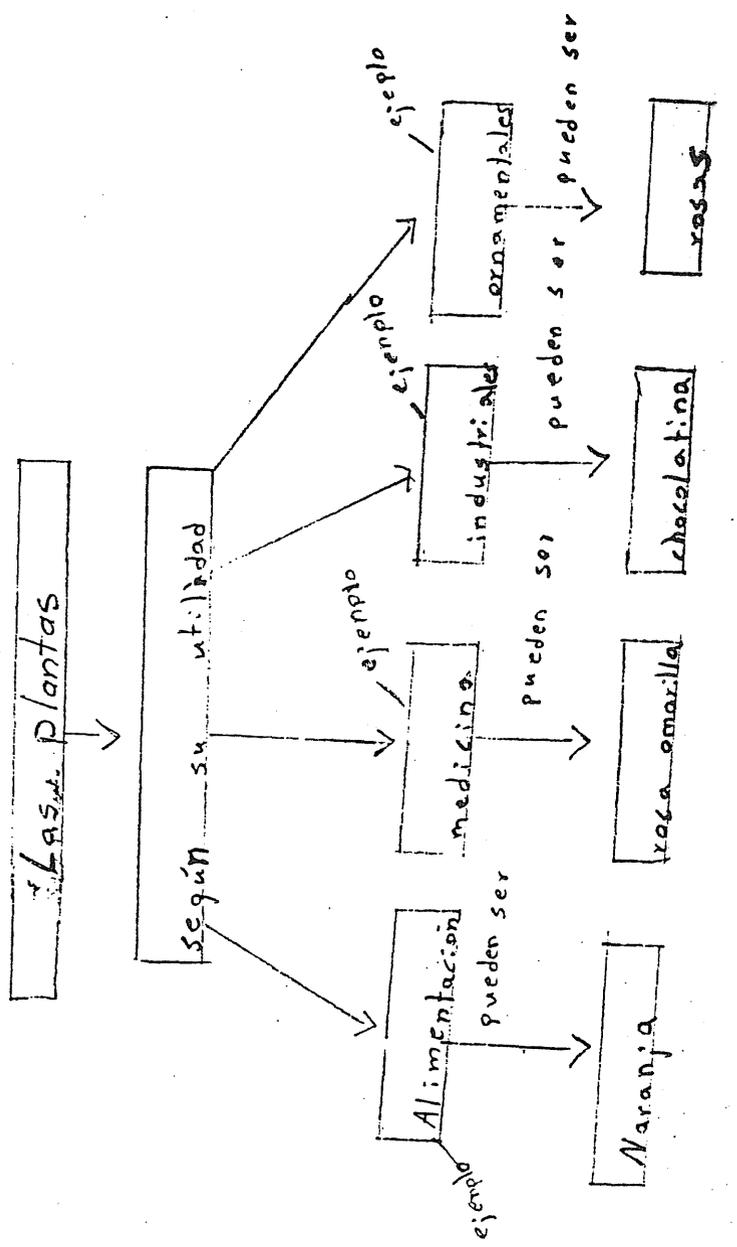
13. Mapas conceptuales realizados por alumnos de 6° y 7° .

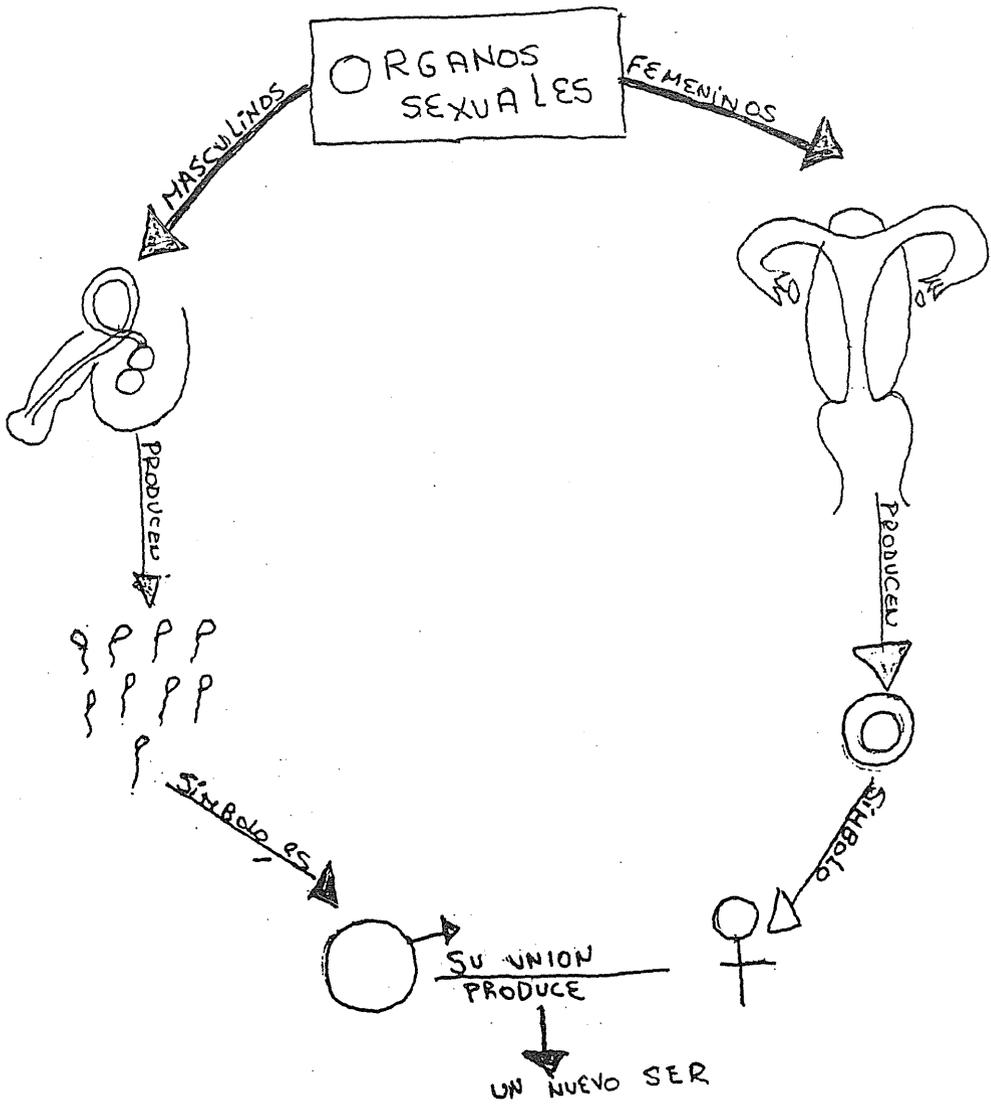






2 # Invasiones por plantas

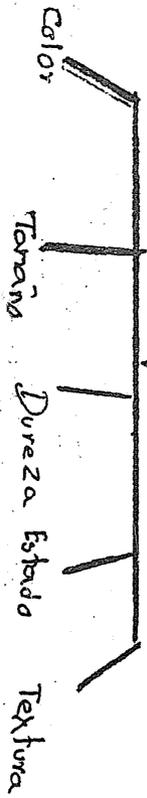




La Clasificación

Es una forma de ordenar las cosas

Algunos Criterios Para clasificar son



Susan Cristina
 Angélica María
 GA