

CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LA ESCUELA

MEMORIAS DEL SEMINARIO:

*"La Formación en Ciencia y Tecnología
en la Educación Básica Media"*

*Santafé de Bogotá, D.C.
11, 12 y 13 de Diciembre de 1995*

un

PROGRAMA
RED

IDEP

3

78



INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN Y EL
DESARROLLO PEDAGÓGICO

Comprado a: _____

Fr c o: _____

Canje _____ Donación _____

No. Registro _____

373.19

S471c

ej.1

CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LA ESCUELA

MEMORIAS DEL SEMINARIO:

***"La Formación en Ciencia y Tecnología
en la Educación Básica Media"***

INSTITUTO PARA LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO PEDAGOGICO	
Comprado a:	_____
Fr c :	_____
Donje _____	Donación _____
no. Registro _____	_____

Santafé de Bogotá, D.C.
11, 12 y 13 de Diciembre de 1995

UN **PROGRAMA RED** IDEP

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA ESCUELA
Memorias del Seminario
*La Formación en Ciencia y Tecnología —C & T—
en la Educación Básica y Media*

José Gregorio Rodríguez
Víctor Manuel Gómez C.
Jorge Charum D.
Dino de Jesús Segura
Montse Benlloch
Melva Botero
Ofir Ordóñez
Julio Raúl Flórez
Enrique Cuéllar
Arcelio Velasco R.
Fabio Omar Arcos M.

© 1996 Universidad Nacional de Colombia
© 1996 Instituto para la Investigación Educativa y
 el Desarrollo Pedagógico

Coordinación Editorial

Comité de Publicaciones Programa **RED**:

Clara Camargo, Ovidio Delgado, Rita Flórez, Víctor Florián.

Coordinación General Programa **RED**: José Gregorio Rodríguez

Composición electrónica e Impresión: Panamericana Formas e Impresos S.A.
Cooperativa Editorial del Magisterio

Reg: 000552

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

José Gregorio Rodríguez

OBJETIVOS Y MODELOS DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS, EN EL CONTEXTO SOCIAL DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA Y MEDIA	19
--	----

Victor Manuel Gómez C.

Introducción	21
I. ¿Qué se entiende por "educación en ciencias" en el nivel secundario?	23
II. Objetivos de la secundaria y la educación en ciencias. .	28
III. El "contexto" y las funciones sociales de la Educación Media	32
IV. Caracterización "social" de la educación secundaria en Colombia	42
V. La formación del ciudadano-productor: las competencias básicas	54
Referencias bibliográficas	58

¿CUÁL FORMACIÓN PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA?	63
--	----

Jorge Charum

I. Introducción	65
II. Las condiciones necesarias para la formación en el conocimiento científico y tecnológico	68
III. La formación y la relación con la práctica en el campo de la ciencia y la tecnología	81

IV. Los aportes que la escuela primaria y secundaria hacen a la formación en el conocimiento científico y tecnológico	87
Bibliografía	94

LA CULTURA ESCOLAR Y LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA	97
<i>Dino de Jesús Segura R.</i>	
Introducción	99
Primera parte	
¿De qué ciencia estamos hablando?	101
Segunda parte	
Elementos para aproximarnos a la cultura escolar	114
Tercera parte	
Ejemplos anecdóticos	125
Referencias bibliográficas	128

¿QUÉ CURRÍCULO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS?: BASES PARA DISCUTIR Y ELABORAR SU DISEÑO	131
<i>Montse Benlloch.</i>	
Dimensiones fundamentales de la enseñanza de las ciencias ..	134
Criterios de selección de contenidos del currículo	139
Constructivismo y aprendizaje de las ciencias	144
Lo que dice el científico. Lo que dicen los alumnos.	
Investigaciones al respecto	146
Las ideas y el pensamiento intuitivo de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias	149
El conocimiento intuitivo y sus efectos sobre el curriculum ..	157
Bibliografía	159

LA VISIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL PROYECTO AMBIENTAL DEL COLEGIO FERNÁNDEZ GUERRA, SANTANDER DE QUILICHAO	165
<i>Melva Botero, Ofir Ordóñez, Julio Raúl Flórez, Enrique Cuéllar</i>	
La visión de la ciencia y la tecnología en el proyecto ambiental del Colegio Fernández Guerra	167
Bibliografía	175

LOS PROYECTOS EN LA E.P.E. UNA EXPERIENCIA EN LA PRÁCTICA	177
<i>Arcelio Velasco R</i>	

PROYECTO CUIDADOS Y CONSERVACIÓN DE ESPECIES NATIVAS	189
<i>Arcelio Velasco R</i>	

LA CONTAMINACIÓN COMO CONOCIMIENTO ESCOLAR	209
<i>Fabio Omar Arcos M.</i>	

PRESENTACIÓN

José Gregorio Rodríguez

Profesor Facultad de Ciencias Humanas,
Universidad Nacional de Colombia.
Coordinador Programa de Fortalecimiento
de la Capacidad Científica en la Educación Básica y Media
RED.

Los conocimientos generados por la ciencia y la tecnología —C & T— han contribuido de manera definitiva al desarrollo actual, no solo en el campo material, sino en la comprensión de los fenómenos humanos y en el cambio de valores y prácticas sociales. La producción científico-tecnológica y la utilización de sus conocimientos, acompañadas de una apropiación social efectiva, son factores que definen, en gran medida, el desarrollo de un país y marcan las diferencias entre las naciones.

Desde esta perspectiva, uno de los mayores retos consiste en desarrollar la capacidad para participar en condiciones competitivas en la dinámica internacional de producción e intercambio de bienes y servicios resultantes de la investigación e incorporar a la mayoría de los ciudadanos en la producción y en el disfrute de sus beneficios.

La situación de Colombia en estos aspectos no es favorable, dado que la producción científico-tecnológica y la apropiación social de la ciencia son aún incipientes. El país no ha considerado a la ciencia y a la tecnología como prioridades nacionales ni ha incorporado en la educación los elementos que permitan a los ciudadanos pensar con categorías científicas, utilizar sus resultados y, mucho menos, participar en su producción. El impulso de acciones organizadas tendientes a proveer recursos para la actividad científica, consolidar un sistema nacional de ciencia y tecnología e incorporar la ciencia a la vida escolar es muy reciente.

En el mundo contemporáneo, la formación científica y tecnológica de nuestros niños y jóvenes exige profundos cambios en las estructuras escolares, de formación de maestros, de planes y programas, de textos, etc. En nuestro país, la discusión sobre el papel y significado de esta formación se ha dado muchas veces, pero en muy pocas oportunidades ha llegado a acciones concretas de cambio.

Conscientes de la urgencia de este asunto, un grupo de profesores de la Universidad Nacional de Colombia inició, en 1992,

un trabajo de reflexión sobre el problema del significado de la formación científica en la educación colombiana. La discusión y la observación han permitido concluir que la ausencia de valores científicos tanto en la vida de la sociedad como en la escuela, es un factor que condena al ciudadano colombiano a la impotencia frente al desarrollo de la ciencia y la tecnología y obstaculiza el desarrollo nacional.

El trabajo del Grupo se ha concretado en el *Programa de Fortalecimiento de la Capacidad Científica en la Educación Básica y Media, RED*, el cual, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional, desarrolla acciones en 25 Instituciones de ocho Departamentos del país, vincula a 350 docentes y tiene influencia en una población de 25.000 estudiantes. El Programa se propone apoyar los procesos de búsqueda que han iniciado instituciones y docentes, acompañando experiencias innovadoras de educación en la ciencia, con el fin de promover unas relaciones productivas de los sujetos con el saber a partir de las disciplinas.

En el contexto del Programa **RED** y, con el ánimo de apoyar las acciones conducentes a la apropiación social de la ciencia y la tecnología, se propuso realizar un seminario abierto sobre el tema de la *Formación en Ciencia y Tecnología en la Educación Básica y Media* con el fin de analizar los alcances sociales del tema en cuestión y proponer políticas y acciones educativas coherentes con ellas.

Tres preguntas básicas orientaron la discusión:

- ¿Qué significa la formación en ciencia y tecnología en distintos contextos sociales y qué implicaciones de carácter económico, social, político, cultural y educativo tienen esos significados?
- Desde la perspectiva de las Comunidades científicas y académicas, ¿qué significa la apropiación social de la ciencia y la tecnología? ¿qué exigencias conlleva para la formación de los ciudadanos?

- En una sociedad cuyos valores son antagónicos a los valores de la ciencia y la tecnología, ¿qué retos debe enfrentar la escuela para promover la formación de los estudiantes en la racionalidad y la ética que se derivan de estas dos formas de conocimiento?

La sociedad colombiana requiere de unas políticas y unos mecanismos que le permitan participar en el desarrollo científico y tecnológico internacional, no solo en calidad de consumidor de los resultados, sino como productor de conocimientos tanto teóricos como prácticos que generen bienes y servicios para satisfacer las necesidades propias, establecer mercados competitivos y apropiarse de la producción propia y ajena con el fin de aportar al desarrollo global de la humanidad.

Las Instituciones universitarias y, concretamente aquellas que han manifestado algún liderazgo en el terreno de la investigación científica y tecnológica, tienen el deber de propiciar la búsqueda de caminos que orienten el quehacer nacional en torno al problema de la apropiación social de la ciencia y la tecnología, tanto en el debate sobre las prioridades como en el de las estrategias. La Universidad Nacional no puede ser ajena a esta discusión y mucho menos al problema de la formación científica y tecnológica de los jóvenes por cuanto ella pretende liderar procesos educativos en la racionalidad y en los valores científicos.

Estas razones que animan el trabajo del Programa **RED**, impulsan a sus miembros a abrir un espacio de discusión que rebase las fronteras mismas del Programa para que diferentes estamentos de la sociedad, puedan confrontar análisis y propuestas con el fin de colaborar en el proceso de búsqueda que adelanta el país y apoye los procesos de investigación del Programa mismo.

El Seminario sobre *La Formación en Ciencia y Tecnología en la Educación Básica y Media* tuvo cuatro propósitos básicos:

- Discutir en torno al significado de la formación en C & T en la Educación Básica y Media desde las perspectivas de la sociedad, de las comunidades científicas y de la escuela.
- Analizar experiencias educativas nacionales e internacionales que están desarrollando acciones en la formación en C & T.
- Identificar los avances de los Proyectos Educativos Institucionales —PEI— en el campo de la formación en C & T y definir estrategias de acción en currículos, programas y proyectos.
- Fortalecer la consolidación de una comunidad académica en torno a la formación en C & T en Colombia.

Con miras a alcanzar estos propósitos, el seminario se organizó en torno a tres grandes núcleos de reflexión: el significado de C & T para la sociedad, las exigencias de un proceso de apropiación social de la ciencia, vistas desde la perspectiva de construcción de comunidades científicas y las demandas que tal apropiación conlleva para la escuela en un medio como el colombiano, donde los valores científicos parecen estar ausentes. Se buscó que las reflexiones teóricas sirvieran de marco para analizar y comprender algunas experiencias que se llevan a cabo en diversos lugares e impulsaran la formulación de propuestas que pueden ser llevadas a cabo en el contexto de las escuelas colombianas. Así mismo, se abrió un espacio para que profesores de diversos Centros Escolares, procedentes de una misma ciudad, pudieran encontrarse y dialogar sobre sus Proyectos Educativos Institucionales y sobre la posibilidad de aprovechar la proximidad geográfica con el fin de cooperarse en el fortalecimiento de su capacidad científica y tecnológica.

Los textos que se recogen en estas memorias presentan las tres ponencias centrales, las experiencias de organización del currículo, analizadas por una especialista de España y por dos grupos de

profesores colombianos. Lamentablemente la presentación del Ministerio de Educación de Colombia y de la experiencia chilena no se pudieron registrar y, en consecuencia fue imposible rescatar los textos para incorporarlos en esta publicación. En este orden de ideas, este tomo presenta dos partes: en la primera se exponen las reflexiones teóricas y en la segunda, las experiencias.

El profesor Víctor Manuel Gómez parte del dilema entre la formación de élites de científicos y la formación científica básica para todos los ciudadanos. Se formula algunos interrogantes que conciernen a todos: ¿cuál es la finalidad social, económica y formativa de la educación básica y media?; ¿cuál es el sentido de la educación en ciencias en estos niveles educativos?; ¿cómo se relaciona la ciencia con la tecnología?; ¿qué alternativas para la educación en las ciencias y la tecnología son las mejores para los diferentes fines sociales? y propone para la reflexión el modelo de *competencias básicas* requeridas por el moderno ciudadano, modelo que ofrece un marco de referencia para nuevos objetivos curriculares que articulen los objetivos y procesos de la educación en la ciencia y la tecnología.

El profesor Jorge Charum, desde una perspectiva de la sociología de la ciencia, analiza la dinámica de la producción de conocimientos y la construcción de resultados como un proceso en donde se encuentran implicados los actores con sus conocimientos, destrezas y habilidades técnicas, los contextos sociales, los conocimientos implícitos y los aprendizajes logrados en los propios procesos de trabajo. Resalta el carácter cooperativo de la empresa científico-tecnológica actual y deriva conclusiones de gran valor para la formación en la ciencia y la tecnología, por cuanto no basta con la calidad de la formación individual, sino que los procesos por los que se adquiere y el tejido social que se configura, hacen posible tanto la apropiación de contenidos, como la apropiación de los modos válidos de producción del conocimiento y de su comunicación.

Estos elementos demandan una cultura científica en la escuela y un ambiente donde los procesos sociales y cooperativos de construcción de los saberes se hagan posibles, de tal manera que profesores y estudiantes puedan participar en el diseño y puesta en marcha de proyectos, los cuales exigen no solo la delimitación de un problema y la especificación de los medios para su resolución, sino la capacidad de control sobre su desarrollo. Si bien es importante definir un buen Proyecto Educativo Institucional y los consiguientes proyectos curriculares y pedagógicos, la tarea más delicada consiste en poderlos llevar a la práctica y dar cuenta de ellos.

El profesor Dino Segura, de la Escuela Pedagógica Experimental, sostiene que los valores dominantes de la sociedad y los que orientan la actual cultura escolar, son antagónicos con los valores que se derivan de la actividad científica. Para que los valores de la cultura escolar armonicen con los de la ciencia y la tecnología se requiere que la escuela fomente una auténtica libertad de búsqueda y garantice un ambiente democrático, pues frente a una cultura del dogmatismo y el autoritarismo que considera a la ciencia como un producto de personas especiales en condiciones especiales, haciendo del estudiante un simple consumidor que solo aprende resultados para memorizarlos, se hace necesario considerar los saberes de los estudiantes e involucrar la cotidianidad para que se conviertan en elementos fundamentales de la construcción de conocimientos y competencias que permitan la búsqueda solidaria de verdades en permanente construcción.

La profesora Montse Benloch, del Instituto Municipal de Educación de Barcelona, España, plantea algunas consideraciones que se han tenido en cuenta en la elaboración del currículo de ciencias en España y en Cataluña. De una parte considera cinco dimensiones de la enseñanza de las ciencias, referidas a los contenidos factuales y conceptuales, los procedimientos y las habilidades, las actitudes, el contexto y la dimensión metacientífica y de otra, propone siete criterios para seleccionar los contenidos del currículo:

epistemológico, sociológico, psicológico, conceptos/procesos, ciencia pura/aplicada, ciencia separada/integrada, obligatoriedad/opcionalidad. Hace también una revisión de algunos planteamientos que vienen desde el constructivismo, sobre todo los relacionados con el pensamiento intuitivo de los alumnos y su valor para el aprendizaje de los conceptos científicos.

Los profesores Melva Botero, Ofir Ordóñez, Julio Raúl Flórez y Enrique Cuéllar presentan la experiencia del Colegio Fernández Guerra de Santander de Quilichao, en el Departamento de Cauca. Exponen su orientación curricular, basada en la “educación por investigación en el marco de los Proyectos Ambientales Escolares y en la búsqueda de articular la ciencia y la tecnología”. A partir de problemas reales de la microcuenca del río Quilichao, se estructura un currículo por temáticas y procesos de investigación que hacen posible la articulación de diversas áreas a través de la vida escolar.

Los profesores Arcelio Velasco y Fabio Omar Arcos presentan unos lineamientos conceptuales y metodológicos del trabajo por proyectos en la Escuela Pedagógica Experimental —EPE— de Santa Fe de Bogotá e ilustran su experiencia con los proyectos *Cuidados y Conservación de Especies Nativas* y *La Contaminación*. Tanto el marco conceptual como las experiencias surgen de la preocupación de los profesores por la poca cercanía de los estudiantes con el conocimiento escolar y la baja convocatoria que las actividades de las diferentes clases tenían sobre las inquietudes e intereses de los jóvenes en edad escolar. Su propósito fundamental consiste en construir una cultura de estudio a partir de los intereses de los estudiantes y no de las necesidades que diagnostican los adultos.

Con estos propósitos y de esta manera, el Programa **RED** articula su trabajo de investigación con propuestas que salgan de las fronteras de la Universidad y de las Instituciones que se han vinculado a nuestro proyecto, para debatir con diversas instancias, nacionales e internacionales, algunos asuntos que son urgentes y que reclaman

la atención de todos los que trabajamos en la búsqueda del mejoramiento de la educación que ofrecemos a nuestros jóvenes y de la que ofreceremos a los que pronto llegarán a las aulas.

Gracias al trabajo silencioso y dedicado que por cuatro años hemos realizado 36 profesores de la Universidad, al entusiasmo y espíritu de búsqueda de 300 docentes y 50 docentes directivos procedentes de Riohacha, Soledad, Barranquilla, Quibdó, El Llano, Armero-Guayabal, Popayán, Villavicencio, Leticia, Mosquera y Santa Fe de Bogotá, que creyeron en nuestra propuesta y atendieron a nuestro llamado y al desinteresado apoyo de los profesores Carlos Eduardo Vasco, Alvaro Pantoja, Víctor Manuel Gómez, Fabio Jurado, Jorge Charum y Dino Segura, quienes con su sabiduría orientaron los propósitos que debía tener el Seminario y aportaron los fundamentos conceptuales que se debatirían en él, la idea vaga que se formuló al comienzo del año, se hizo realidad.

Además, la realización del Seminario fue posible gracias a la cooperación del Instituto Municipal de Educación de Barcelona —IMEB—, del Programa Interdisciplinario de Investigación Educativa —PIIE— de Chile y del Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Ha sido decisivo el apoyo del naciente Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico del Distrito Capital —IDEP—, entidad que financió los gastos directos del Seminario y esta publicación. Así mismo, estas memorias se han podido publicar gracias a la disciplina de los autores de los textos, al trabajo de la Comisión de Publicaciones del Programa **RED**, profesores Clara Camargo, Ovidio Delgado, Rita Flórez y Víctor Florián y a la asistencia técnica de la Cooperativa Editorial del Magisterio.

Quienes creemos que la Universidad Nacional es la Universidad pública de los colombianos, consideramos que es el escenario natural de los debates que nos interesan a todos. Y ¿a quién no le compete el futuro de nuestra sociedad? ¿cuál de nosotros puede eximirse de la

responsabilidad de trabajar sin descanso para lograr una mejor educación para todos los jóvenes y, en especial, para los menos favorecidos? Esta es una ocasión para invitar a todos a comprometernos con una causa que estamos en mora de defender: la formación en los códigos de la racionalidad y de la ética que la moderna ciencia y la tecnología nos proponen. En la medida que las asumamos con rigor y capacidad creadora haremos de nuestras escuelas unos lugares que tengan significado para todos los que vivimos en ellas.

La propuesta del Programa **RED** busca que la cultura escolar se vea permeada por lo que llamamos la cultura académica, que no es otra cosa que la posibilidad de dar cabida a los diferentes saberes que la humanidad ha construído para entender y transformar al mundo, comunicarnos con nuestros semejantes en aras de comprenderlos y poder participar con ellos en la danza de la construcción para legar algo a quienes nos seguirán en el tiempo. Esta cultura tiene formas visibles que pretendemos promover en la Escuela: el estudio permanente, el debate argumentado, la innovación, la investigación y la escritura.

**OBJETIVOS Y MODELOS
DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS,
EN EL CONTEXTO SOCIAL DE LA
EDUCACIÓN SECUNDARIA Y MEDIA**

Víctor Manuel Gómez C.

**Departamento de Sociología
Universidad Nacional de Colombia**

INTRODUCCIÓN

A pesar de la gran importancia otorgada en casi todas las sociedades a la "educación en ciencias", no hay homogeneidad ni univocidad respecto a los objetivos y contenidos de este tipo de educación. Por el contrario, en el contexto internacional se encuentra una gran diversidad de objetivos, contenidos y esquemas curriculares de educación en ciencias, que responden a diversas opciones políticas, que cada sociedad define, respecto a la "equidad social" de oportunidades educativas en el nivel secundario, y a la política de Ciencia y Tecnología. Los objetivos de equidad social influyen en el tipo o modelo de educación secundaria en el que se realiza la educación en ciencias. Por su parte, la política de Ciencia y Tecnología propone objetivos y prioridades para este tipo de educación, así como su importancia relativa respecto a otros saberes.

En medio de la gran diversidad de opciones existentes de educación en ciencias se destacan dos grandes modelos diferentes: *la formación "preparatoria" de una pequeña élite de futuros científicos y especialistas, y la formación científica básica de todos los estudiantes, en condición de futuros ciudadanos.*

Estos dos grandes modelos, y sus diversas combinaciones intermedias, son respuestas diferenciales a un conjunto de interrogantes básicos sobre los objetivos de la educación en ciencias, entre los cuales es necesario resaltar los siguientes:

- ¿Educación para una élite de futuros científicos o educación para todos los estudiantes en tanto futuros ciudadanos?
- ¿Educación de carácter "preparatorio" para un nivel superior o formación básica y general para la vida en la sociedad moderna?

- ¿Educación basada en la “integración” de diversas disciplinas específicas o en la preservación de la tradicional subdivisión del saber científico en saberes específicos?
- ¿Cómo integrar la educación tecnológica y la educación en ciencias?
- ¿Cómo integrar las dimensiones sociales, culturales y políticas, de la Ciencia y la Tecnología, a la educación en ciencias?

Dado que la respuesta a estos interrogantes depende, en gran medida, de los objetivos y funciones sociales que, en cada sociedad, se le asignan a la educación secundaria y media, se presenta una breve “caracterización social” de estos niveles educativos en Colombia, en tanto contexto en el que se realiza la educación en ciencias. Esta caracterización se basa en las siguientes cuatro temáticas:

1. La alta restricción social en el acceso y permanencia en las oportunidades educativas.
2. El carácter “academicista” de la educación secundaria y media, y la subvaloración social y educativa de las diversas modalidades de diversificación del nivel medio.
3. El continuo aumento de la heterogeneidad socio-cultural en el estudiantado.
4. El creciente desfase entre las expectativas y las oportunidades de educación superior, para un creciente porcentaje de egresados del nivel medio.

Del análisis de esta problemática se deriva la necesidad de reconceptualización de los objetivos y contenidos de la educación en ciencias en el país.

Una posible alternativa es la propuesta de definición de los objetivos de la educación en ciencias, en el contexto mayor de la necesidad de formación de un conjunto de competencias básicas requeridas por el *ciudadano productor* en la sociedad moderna. Estas son: las competencias críticas y creativas, las comunicativas, las científicas básicas, la competencia tecnológica, la socio-histórica, y la competencia ecológica.

I. ¿QUÉ SE ENTIENDE POR “EDUCACIÓN EN CIENCIAS” EN EL NIVEL SECUNDARIO?

En el contexto internacional es evidente la gran importancia otorgada a lo que genéricamente se entiende por “educación en ciencias” (*science education*). Este tipo de educación es considerada como condición básica para el logro de objetivos de modernización tecnológica e industrialización en el contexto de relaciones económicas internacionales originadas en crecientes exigencias de competitividad productiva basada en innovaciones científico-tecnológicas. Así mismo, de este tipo de educación se espera la formación científica básica del ciudadano de la sociedad moderna, que le permita comprender la importancia creciente de la Ciencia y la Tecnología en la vida cotidiana, y le forme tanto la conciencia ética como la capacidad política de participación en las decisiones societales de política científico-tecnológica.

Sin embargo, de estos grandes objetivos sociales de educación en ciencias no se derivan objetivos curriculares homogéneos y unívocos. Por el contrario, en diversos países se dan múltiples y diferentes definiciones, opciones curriculares y prácticas de educación en ciencias en los niveles secundario y medio (LEWIN, 1992). Las siguientes opciones ilustran la gran diversidad de definiciones y objetivos que caracterizan a este tipo de educación:

- a) La tradicional enseñanza mono-disciplinaria de las diversas ciencias naturales y sociales.
- b) La *alfabetización* científica (science literacy), o ilustración general sobre la importancia y aplicaciones de determinados saberes y/o del fenómeno científico-tecnológico en la sociedad.
- c) La educación en Ciencia y Tecnología, entendida como la integración de estas dos áreas del conocimiento en la producción, la investigación y en la solución de problemas; así como en la creación de nuevos problemas y oportunidades tanto de índole social como epistemológica y de investigación. Se enfatiza la enseñanza de saberes “integrados” en lugar de disciplinas particulares.
- d) La educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad implica un alto grado de integración entre las diversas ciencias naturales y sociales, tanto en lo que se refiere a las prioridades y contexto socio-cultural del saber científico-tecnológico, como en las implicaciones sociales, éticas y políticas de este saber en la sociedad moderna.
- e) La formación científica (ó científico-tecnológica) que pretende la formación del “espíritu” científico las competencias conceptuales y metodológicas necesarias para la indagación, la búsqueda y la generación de nuevos conocimientos.

Los ejemplos anteriores relieván la gran diversidad de opciones posibles de definición del concepto genérico de educación en ciencias en el nivel secundario. Éste no es un concepto homogéneo ni unívoco. Hay gran diversidad de objetivos, prioridades temáticas, contenidos, formas de organización curricular, y requerimientos de formación de docentes. Las diversas opciones dependen, esencialmente, de las siguientes tres decisiones políticas:

- Los propósitos y prioridades que cada sociedad defina respecto a su modelo de desarrollo científico-tecnológico, el cual puede variar entre la formación de la capacidad endógena en Ciencia y Tecnología y diversos grados de dependencia del saber generado exógenamente.
- Los objetivos de “equidad social” en las oportunidades educativas, que pueden priorizar ya sea la formación especializada y de alto nivel de una pequeña élite tecnocrática, o la educación científica básica para todos los estudiantes, en tanto futuros ciudadanos.
- Los objetivos específicos respecto a la formación científica básica de todos los estudiantes del nivel secundario.

Sin embargo, en medio de la gran diversidad y heterogeneidad conceptual y programática ya señalada, sobresalen dos grandes tipos diferentes de educación en ciencias:

1. El primero se caracteriza por la formación académica especializada típicamente mono-disciplinaria, ofrecida a una estrecha élite (o pequeño porcentaje de la cohorte escolar) que se supone continuará estudios superiores en alguna rama de las ciencias. Su finalidad es “preparatoria” en tanto promoción del estudio universitario especializado de alguna ciencia y la formación de los futuros científicos. Prevalcen, por tanto, la lógica y los conceptos y contenidos propios de las disciplinas particulares, en las que tradicionalmente se ha dividido el saber científico¹. Otros factores que fortalecen esta opción de “educación en ciencias” son los valores, tradiciones

1. Durante el siglo pasado el saber científico era estudiado como una totalidad orgánica, a partir de la cual era posible el estudio de áreas o ramas particulares. La actual prevalencia de estos saberes particulares (química,

y preferencias de los docentes especializados en cada disciplina, y las expectativas estudiantiles respecto al valor de estos saberes para el acceso al nivel superior de educación.

2. El segundo ofrece educación científica básica general para todos los estudiantes del nivel secundario, en tanto futuros ciudadanos que requieren una “alfabetización” científica básica, una formación en el pensamiento y método científico, y una comprensión crítica del papel central de la Ciencia y la Tecnología en la sociedad moderna. De estos objetivos se espera el desarrollo de la conciencia ética y política respecto a las implicaciones (sociales, económicas, culturales, ecológicas,...) de la industrialización basada en la innovación científico-tecnológica. La formación de esta conciencia es esencial en la conformación de una ciudadanía ilustrada y participativa en asuntos de Ciencia y Tecnología. Otro importante objetivo es el logro de una mayor equidad social en el acceso de la juventud a este importante tipo de educación.

En esta segunda opción se enfatiza una formación integrada e integradora. El estudio especializado de determinada disciplina particular se supone ser el objetivo de la educación de nivel superior.

Estos dos grandes tipos o modelos de educación en ciencias representan respuestas diferentes al siguiente conjunto de interrogantes sobre este tipo de educación:

física, biología, geografía, zoología,...) en el curriculum de la enseñanza de las ciencias implica una división y especialización prematura del saber científico, derivada menos de razones epistemológicas que económicas: formación de especialistas. Esta razón explica también la práctica vigente de enseñanza mono-disciplinaria de la ciencia.

- ¿A quiénes se ofrece la educación en ciencias: a una pequeña élite de futuros especialistas o a todos los futuros ciudadanos?
- ¿Tiene esta educación una finalidad formativa en sí misma o su finalidad es ser “preparatoria” para estudios superiores?
- ¿Cuáles son los objetivos y finalidades de la educación en ciencias para la mayoría de la juventud, que no proseguirá estudios superiores en las ciencias?
- ¿Debe estar basada en conceptos y contenidos específicos de determinada disciplina, que promueven el aprendizaje “deductivo” o, más bien, en criterios y habilidades generales del proceso de investigación científica, basado en el aprendizaje “inductivo”?
- ¿Debe preservarse la separación curricular entre diversas disciplinas particulares (enseñanza mono-disciplinaria) o, por el contrario, promoverse la enseñanza integrada de las ciencias?
- ¿Dada la estrecha interacción y complementariedad existentes entre los conocimientos y capacidades científicas y tecnológicas, cómo integrar la educación tecnológica y la educación en ciencias?
- ¿Dada la importancia central de la Ciencia y la Tecnología en la sociedad moderna, cómo integrar los aspectos sociales, culturales y políticos de estos saberes, en la educación en ciencias?
- ¿Qué relaciones existen, o deberían existir, entre la política de Ciencia y Tecnología, y los objetivos de la educación en ciencias en el nivel secundario?

II. OBJETIVOS DE LA SECUNDARIA Y LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

El anterior conjunto de interrogantes es contextualizado y resuelto, en cada sociedad, en función de los objetivos y funciones sociales que se le asignen a la educación secundaria y media. Las siguientes son las principales características de estos niveles educativos que influyen decisivamente sobre los objetivos y contenidos de la educación en ciencias:

- su carácter *unitario* o *diversificado* (tanto institucional como curricularmente);
- el grado de restricción social o de universalización de su cobertura, lo cual determina el grado de heterogeneidad socio-cultural en el estudiantado y sus intereses y expectativas educativas y ocupacionales;
- las relaciones de la educación media con el nivel superior: grado de cobertura y de *diversificación* de la oferta institucional y de programas;
- el papel social y educativo de la educación media, nivel con identidad y finalidades formativas propias, en tanto principal instancia de formación del *ciudadano productor*, o función de puente, ruta y rito de paso necesario hacia la educación superior.

En efecto, en algunos países —como Alemania y otros herederos de la llamada “tradición germánica”— en los que el nivel secundario está claramente diferenciado en diversas “ramas”, “canales” o modalidades, que conducen a diversos destinos educativos y ocupacionales (académicos y científicos, y técnico-profesionales), los objetivos y alcances de la educación en ciencias

son claramente distintos para cada uno de los diversos tipos de secundaria. En otros países, como Estados Unidos, donde la educación secundaria es altamente homogénea en su propósito de formación “general” —pues la especialización académica u ocupacional se pospone hasta el final de la educación universitaria de pregrado— los objetivos de la educación en ciencias se asimilan a una “alfabetización” (science literacy) o introducción general al saber científico y tecnológico.

El énfasis tradicional en la enseñanza mono-disciplinaria de algunos saberes particulares (química, física, biología, geografía...) se ha basado en el supuesto de que la “razón de ser” de la educación media, su principal función o propósito, es facilitar el acceso a la educación superior y formar futuros científicos especializados. Este supuesto es válido en la medida en que los niveles secundario y medio continúen siendo altamente restringidos y elitistas, de tal manera que la mayoría de los estudiantes quieren y pueden ingresar a la educación superior. Sin embargo, el supuesto se invalida en la medida en que este nivel se democratiza (o se “masifica” según otros) pues el ingreso a la educación superior (sobre todo a las instituciones y programas tradicionales) deja de ser la única opción futura deseable y posible, convirtiéndose así el nivel medio en la educación “terminal” *de facto* para un porcentaje creciente de la juventud.

En Colombia, debido a la continua expansión de la escolaridad secundaria, aunada a la mayor eficiencia interna, cada año aumenta el número de egresados de la secundaria que compiten por las escasas oportunidades de obtener cupo en las universidades públicas o de comprar educación privada. En 1994, sólo el 25% de los egresados de la educación media pudieron ingresar al nivel superior, en el cual aproximadamente el 75% de la matrícula se concentra en instituciones privadas (*salto educativo*, 1994-1998). La gran demanda inercial ya creada sobre la educación superior (2.8% de crecimiento anual de la demanda entre 1984-1992 y un estimado de 3.3% entre 1992 y el año 2000) implica la necesidad de crear un promedio anual de 16.000

nuevos cupos en este período, o sea 60% más que los creados en el período 1984-1992 (LÓPEZ, H. 1994, p. 30). Ésto implica un rápido aumento en la demanda por educación superior, principalmente por parte de sectores sociales de bajos ingresos, en un contexto en que los cupos en la educación superior pública aumentan muy poco. En efecto, entre 1985 y 1992 sólo hubo un aumento de 4.894 cupos, equivalente a una baja tasa de crecimiento anual de 2.9% en ese período (LÓPEZ, H. 1994). Las consecuencias de este profundo desfase entre demanda y oferta de educación superior se evidencian actualmente. En la Universidad Nacional, por ejemplo, mientras la razón entre aspirantes y cupos era de 10:1 en 1992, dos años más tarde había aumentado a 12:1. En el segundo semestre de 1994 se presentaron más de 45.000 aspirantes para menos de 3.500 cupos, situación que se agudiza cada semestre.

En sociedades caracterizadas por una educación secundaria altamente restringida y elitista, continúa teniendo “sentido” o justificación social y educativa la enseñanza “mono-disciplinaria” y separada, de las diversas ciencias sociales, exactas y naturales entre sí, pues en este contexto la función primordial de este nivel educativo es la promoción de estudios universitarios y la orientación de los estudiantes hacia las diversas carreras y profesiones. El énfasis tradicional en la enseñanza de cada disciplina científica está basado en el doble supuesto de la necesidad de formar los futuros científicos desde la secundaria, y de la pertinencia de esos saberes mono-disciplinarios y especializados en la formación del ciudadano de la sociedad moderna.

Por el contrario, en la mayoría de las sociedades modernas, la universalización de la cobertura en el nivel secundario ha sido definido como un imperativo de índole social, política y económica, de tal manera que la sociedad que no ha logrado todavía esta meta se la ha propuesto como prioridad de política educativa. En este contexto, la educación secundaria —y la media en particular— pierden su función tradicional de servir de “puente” o “trampolín” para la educación superior, por las siguientes razones:

- a) La creciente expansión de la cobertura genera un alto grado de heterogeneidad socio-cultural en el estudiantado, lo que implica una gran diversidad de intereses —y necesidades— de orden educativo y ocupacional, distintos y alternativos a los intereses tradicionales de continuación de estudios universitarios². En este contexto pierde “sentido” la educación mono-disciplinaria en ciencias, a favor de una formación más *integrada* tanto en conceptos y métodos (educación científica o científico-tecnológica), como entre los saberes de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad.
- b) Lo anterior, aunado a la restricción y selectividad de las oportunidades de educación superior, implica que el nivel medio se constituye, *de facto*, en el último nivel educativo que recibe un porcentaje creciente de los egresados de este nivel, lo cual relleva la importancia de que esta educación sea de la mejor calidad y relevancia para los jóvenes, futuros ciudadanos y productores.

En este contexto, la función principal de la educación secundaria no es la formación del futuro científico o especialista en alguna ciencia, sino la formación de las competencias básicas generales, constitutivas del “ciudadano productivo”. Entre estas competencias es necesario resaltar: las competencias críticas y creativas, las comunicativas, las científicas básicas, la competencia tecnológica, la socio-histórica, y la competencia ecológica (GALLART & DE IBARROLA, 1994). Estas “competencias” básicas serán descritas más adelante en el texto.

2. La expansión de la escolaridad primaria y secundaria, y el mejoramiento de la eficiencia interna —en gran medida relacionada con la política de Promoción Automática (1987)— ha implicado una creciente participación de los sectores sociales de menores ingresos relativos.

III. EL “CONTEXTO” Y LAS FUNCIONES SOCIALES DE LA EDUCACIÓN MEDIA

En la *educación media* se realizan funciones sociales y económicas de importancia central en la sociedad moderna. En tanto etapa formativa posterior a la educación básica general obligatoria —en la que se forman las “competencias” básicas de orden cognitivo y afectivo, y se adelanta la “socialización” básica en común— la principal función de la *educación media* es facilitarle al individuo la identificación y selección de su identidad profesional y de su futuro educativo y ocupacional. Para cada estudiante ésta es la etapa de exploración de sus intereses y aptitudes y de selección de su identidad profesional. Para la sociedad es la etapa de orientación hacia y selección de los diversos destinos ocupacionales posibles. Algunas de las principales funciones sociales y educativas del nivel medio son las siguientes:

- a) Ofrecer oportunidades educativas a una población estudiantil caracterizada por alta heterogeneidad social y cultural —producto de la expansión de la cobertura en este nivel— y que implica una gran diversidad de intereses, aptitudes y expectativas educativas y ocupacionales. Un importante criterio de “calidad” de la *educación media* es la relevancia y “sentido” que ofrezca a este cuerpo estudiantil altamente heterogéneo. La educación sin “sentido” es uno de los principales factores en la deserción estudiantil (PARRA, et al. 1994).
- b) Ofrecer oportunidades de exploración y definición de intereses y aptitudes individuales, en relación a las diversas áreas del saber y destinos ocupacionales posibles³.

3. No puede lograrse en sistemas de educación secundaria basados en programas curriculares ya sea homogéneos como “dualistas”. Estos últimos

- c) Orientar al estudiante hacia las diversas áreas del saber, y la gran diversidad de profesiones y ocupaciones que constituyen la estructura ocupacional en la sociedad moderna. La formación disciplinaria y especializada de las diversas áreas del saber científico y tecnológico está limitada —en toda sociedad— a un pequeño porcentaje del grupo de edad pertinente, que conformará el personal de científicos y tecnólogos profesionales. Aún en las sociedades de mayor grado de industrialización y desarrollo científico-tecnológico, esta categoría ocupacional sólo constituye un pequeño porcentaje de la población económicamente activa⁴. La formación de futuros científicos en disciplinas específicas no es, por tanto, un objetivo primordial de la enseñanza de las ciencias en la educación media.
- d) Ofrecer oportunidades de calificación técnica (o más bien tecnológica) de alta calidad, como formación de carácter *bivalente*, que le permitan al estudiante tanto la continuación

caracterizados —de jure o de facto— por desigualdades de estatus educativo y social entre las modalidades de índole “académica”, orientadas a la educación superior, y las “técnicas o profesionales”; comúnmente consideradas como educación de segunda clase o educación para pobres. En Colombia, la nueva Ley 115, al diferenciar la educación media en las modalidades Académica y Técnica, ratifica *de jure* el dualismo (desigualdad de estatus social y educativo) previamente existente *de facto* entre ambos tipos de educación media.

4. En los países altamente industrializados —caracterizados por una amplia diversificación y especialización de la estructura ocupacional— sólo un pequeño porcentaje de la fuerza laboral (10% a 15%) corresponde a las profesiones liberales tradicionales y a los niveles más altos de formación intelectual y científica. La mayor parte de la fuerza laboral se distribuye en un amplio conjunto de *profesiones técnicas y tecnológicas* y ocupaciones altamente especializadas, que constituyen el soporte social de la industrialización moderna. Para un análisis del concepto de “profesiones técnicas”, ver: FISHWICK, 1988; FRENCH, 1986).

de estudios superiores, como la inserción ocupacional calificada en áreas del saber que permitan el posterior desarrollo intelectual y profesional (GÓMEZ, 1994 a y b).

Este último objetivo es de gran importancia en la inserción positiva y creativa, o conflictiva y destructiva, de la juventud en la sociedad adulta. En efecto, una educación media "bivalente" facilita y flexibiliza el siempre difícil proceso de transición entre el mundo escolar y las diversas posibilidades de estudio y/o trabajo que se le presentan a cada estudiante, según sus condiciones socio-económicas particulares. Para el alto y creciente porcentaje de graduados de la educación media que no pueden o no quieren continuar estudios superiores, una *educación media de carácter "bivalente"* facilita las diversas estrategias de combinación de trabajo y/o estudio (educación nocturna, no formal, de tiempo parcial, carreras cortas, etc...), necesarias para la inserción positiva de la juventud en la sociedad adulta (GÓMEZ, 1993). Por el contrario, una inserción conflictiva y negativa genera todo tipo de fenómenos de desadaptación, delincuencia, drogadicción, prostitución juvenil, etc.

A) FUNCIONES DE SOCIALIZACIÓN Y DE LEGITIMACIÓN

En la medida en que la *educación media* se universaliza y pierde su papel tradicional de puente selectivo hacia la educación superior, en esa medida se tornan más importantes sus funciones sociales de *socialización* de la juventud, y de *legitimación* de la estructura social y ocupacional vigente.

El proceso de *socialización* de la juventud en el conjunto de valores, pautas de conducta y conocimientos definidos como legítimos y deseables por la generación adulta, es esencial en la constitución de los valores comunes, la identidad nacional, el espíritu de ciudadanía, la moral social o laica. La función de la socialización es conformar un "sentido" de la vida en sociedad, formar en los valores comunes básicos que le permiten a la sociedad tener un

mínimo de integración, cohesión, solidaridad y equilibrio. Cuando el proceso de socialización es ineficaz, ilegítimo o particularista, la vida en sociedad no se fundamenta en valores comunes mínimos, en una moral social compartida, lo que genera sociedades altamente conflictivas, desintegradas en múltiples intereses y subculturas de carácter particularista y egofsta. La internalización por parte de cada ciudadano, de las normas, valores y pautas propias de la vida en sociedad, es la condición de la identidad colectiva y nacional.

Por otra parte, la *legitimación* de la estratificación social y ocupacional en la sociedad capitalista democrática no se basa en objetivos igualitaristas sino en el principio de la "justicia distributiva", o principio de "equidad social" en las oportunidades educativas, sociales y económicas (RAWLS, 1971). Este principio se plasma en la provisión de igualdad de oportunidades educativas (de acceso y de logro) a toda la población, independientemente de sus condiciones de origen socio-económico, cultural, racial, sexual, etc. La igualdad social de oportunidades educativas permite establecer condiciones iguales de competencia, de diferenciación según el mérito y la capacidad individual en la altamente selectiva estratificación social y ocupacional. La legitimación social del proceso de estratificación se basa entonces en la igualdad inicial de oportunidades para la competencia basada en el mérito, no en la herencia, la etnia, el género o el origen socio-económico. El principio de la *meritocracia* es esencial en la legitimación social y política de la sociedad moderna (BELL, 1976; RAWLS, 1971).

B) LA PROBLEMÁTICA DE LA DIVERSIFICACIÓN EN LA ESTRUCTURA OCUPACIONAL Y EN LA EDUCACIÓN MEDIA

La sociedad industrial moderna requiere un alto grado de *diversificación* y especialización de la estructura ocupacional, en función de la creciente división y especialización del trabajo y los saberes, de tal manera que el grado de *diversificación* de las

profesiones y ocupaciones constituye un importante indicador del desarrollo industrial y científico-tecnológico en determinada sociedad (BELL, 1976; KUMAR, 1978). Desde una perspectiva social y política, la mayor diversificación de la estructura ocupacional tiene también importantes efectos sobre una mayor equidad social en la distribución del ingreso, del poder y del estatus, lo cual aumenta la legitimidad política de la sociedad. De manera contraria, la poca diversificación de la estructura ocupacional tiene diversos efectos negativos en la sociedad ya que conduce a una mayor concentración del ingreso y del poder, con la consiguiente desigualdad y polarización social, que deslegitima la sociedad y promueve el autoritarismo en la política. También es un obstáculo a la generación de la capacidad científico-tecnológica, al propiciar la concentración de la demanda en unas pocas áreas del saber y en las instituciones universitarias tradicionales. Finalmente, sustenta un tipo ideal de ciudadano —el *doctor* o el *intelectual*— basado en la sobrevaloración social de las profesiones clásicas y los saberes tradicionales, y la subvaloración del nuevo y amplio conjunto de los saberes y profesiones técnicas.

Este proceso de diversificación ocupacional tiene sustento social y cultural en una educación media que orienta a la juventud hacia las diversas áreas del saber. Esta es la principal justificación del concepto de “diversificación” en el nivel medio. Las políticas de diversificación pueden asumir formas muy diferentes (GOZZER, 1989; UNESCO, 1986). En algunas sociedades la diferenciación entre la educación académica y la técnica-profesional se realiza a partir de la educación básica obligatoria de nueve o diez años o de la secundaria básica de dos años; conformando dos tipos de educación secundaria claramente diferenciados entre sí en términos curriculares y ocupacionales y según su correspondencia con modalidades de educación superior, mas no necesariamente en términos de diferencias en la calidad intrínseca de cada tipo de educación. En otras sociedades se opta por una secundaria “comprensiva” (comprehensive) y diversificada, en la que se ofrece una educación general común

(cuatro años) durante la cual se exploran diversos intereses y aptitudes vocacionales, seguida de una especialización en diversas áreas profesionales: académica, industrial, comercial, agropecuaria, etc.; como en el modelo INEM de Colombia. Se supone que la especialización elegida orientará al estudiante al mercado de trabajo o a estudios post-secundarios en su área.

La racionalidad de estas políticas se orienta a la solución del complejo problema resultante de dos importantes tendencias:

- a) la universalización de la escolaridad secundaria y el creciente aumento de demanda por educación superior, y
- b) la necesidad de selección y diferenciación de los estudiantes hacia diferentes destinos ocupacionales, generados por la creciente división y especialización del trabajo.

Las políticas de *diversificación* en la educación media implican cierta racionalidad de ajuste o adecuación entre la oferta educativa y las necesidades de la estructura ocupacional. En su defecto, surgen otros problemas como el desempleo y subempleo profesional, la concentración de la oferta de programas y la matrícula en algunas pocas áreas del conocimiento. El resultado es la escasez de recursos humanos altamente calificados en algunas áreas esenciales para el desarrollo de una sociedad, y el exceso de profesionales en otras.

La *diversificación* requiere el establecimiento de relaciones de "equivalencia" de estatus social y educativo entre las áreas del saber que constituyen las opciones de diversificación. En caso contrario se generan fenómenos de "dualismo" y desigualdad de estatus social y educativo entre las diversas áreas del saber, como es el caso, en Colombia, entre la educación académica y las diversas modalidades de educación técnica media. Estas diversas modalidades educativas no son mutuamente equivalentes en calidad y estatus social y educativo. Tradicionalmente se ha establecido una profunda

diferenciación cualitativa entre la educación académica y la técnica-profesional, la que es socialmente subvalorada (GÓMEZ, 1993). En el nivel superior, la diversificación curricular e institucional se presenta comúnmente entre las oportunidades de educación universitaria tradicional, de alto estatus social y académico, y las instituciones o programas de formación técnica y tecnológica, de bajo estatus social y consideradas como educación de segunda clase, o como la única opción disponible para quienes no lograron acceso a la deseada educación universitaria (GÓMEZ, 1990).

Un criterio de gran importancia en la definición de las diversas “áreas del saber” es que cada una de estas esté conformada por saberes de diverso y creciente grado de especialización —como los saberes técnicos, tecnológicos y científicos; o los aplicados y teóricos; o los profesionales y los disciplinarios— de tal manera que cada área constituya un núcleo de profesiones y especializaciones, estrechamente relacionadas entre sí, y organizado como un “continuum” de formación —como en esquemas de formación por “ciclos” propedéuticos— desde la formación de índole aplicada hasta la de más alto nivel teórico o conceptual⁵. De esta manera, cada una de estas áreas integradoras de saberes permitiría la *profesionalización* del egresado, desde una profesión técnica inicial hasta la posibilidad de acceder a los más altos niveles del saber en su profesión⁶. Ejemplos

-
5. Un análisis de las posibilidades de organización académica de la educación superior según “ciclos” propedéuticos en diversas áreas del saber, puede verse en: GÓMEZ, V. M. 1994 (c).
 6. El concepto de ‘profesionalización’ implica la formación de una fuerte identidad profesional en cualquier área de especialización, basada en una alta calificación, y en intereses comunes de avance en el conocimiento, de formación continua, y de fortalecimiento de las asociaciones de especialistas. Esta identidad profesional trasciende a la empresa o puesto de trabajo, es de carácter genérico, o sea que comprende los diversos sectores productivos en los que se ejerce la profesión. Su identidad reside en su profesión y no en una empresa o puesto de trabajo.

de estas “áreas” integradoras son: Electricidad y Electrónica; Metalmecánica y Metalurgia (o ambas separadas); Química Industrial; Biotecnologías; Ciencias Económicas y Contables; Artes y Humanidades; Ciencias Sociales Aplicadas; Ciencias de la Administración; Ciencias de la Salud.

Un proceso de “diversificación” en el nivel medio hacia este tipo de áreas integradoras de saberes, permitiría eliminar los tradicionales “dualismos” —sociales y educativos— entre los saberes de índole académica (donde se ubica tradicional y arbitrariamente la “educación en ciencias”) y los técnicos o aplicados. A través de estos dualismos se reproducen las herencias iniciales de capital cultural y social que en muchas sociedades industrializadas genera una alta polarización —en ingresos, estatus y poder— entre las ocupaciones de alta calificación intelectual y las de baja calificación, éstas generalmente de carácter práctico, aplicado, instrumental (LEVIN & RUMBERGER, 1988; REICH, 1993; SUMMA, 1993).

Ya había sido planteado que estos “dualismos” se generan ya sea por las desigualdades de estatus entre las modalidades académica y técnica, o por la separación curricular e institucional entre ambos tipos de educación, bajo el falso supuesto que la formación académica (por tanto la científica) es distinta y excluyente de la técnica-profesional, y que ésta no requiere también de bases científicas y conceptos generales. En realidad, el concepto de educación “general” es muy ambiguo, comporta diversas acepciones en diferentes sociedades y tradiciones culturales, y conduce a suponer una falsa dicotomía entre este tipo de educación y la de carácter “especializado”, generalmente identificada con la educación técnica, como si ésta excluyera la educación “general”.⁷

7. Un análisis de los diversos significados del concepto de educación “general” se encuentra en: GÓMEZ, V. M. 1995.

En la educación técnica-profesional el principio de unas bases generales científicas y humanísticas es garantía de mayor movilidad y adaptabilidad profesional, y de mayor capacidad para la educación permanente. Este es un requerimiento básico en el mundo contemporáneo debido a la aceleración y extensión del cambio tecnológico y sus efectos sobre la estructura ocupacional y los requerimientos de calificación. El rápido cambio técnico en todos los sectores productivos genera la obsolescencia de conocimientos, técnicas y habilidades tradicionales. Emergen también nuevas ocupaciones y profesiones, así como nuevas oportunidades de cambio de profesión a lo largo de la vida. Cada vez son menos comunes los itinerarios profesionales lineales y permanentes.

La calificación requerida por las nuevas tecnologías está compuesta de conocimientos científicos básicos, capacidad de aprendizaje continuo, de adaptabilidad a nuevas situaciones ocupacionales y demandas productivas, es decir, una formación generalizable o transferible. El objetivo de la formación básica o general es aumentar la flexibilidad y adaptabilidad ocupacional. La calificación específica es propia de cada sector, rama o empresa productiva. La posibilidad de apropiarse de la calificación específica depende de la calidad de la formación general: capacidad de conceptualización y abstracción, capacidad de aprendizaje continuo, de recalificación y actualización profesional. Las nuevas tecnologías requieren además nuevos conocimientos en matemáticas, lenguajes simbólicos y geometría, así como nuevas capacidades intelectuales de formalización y abstracción, debido a la creciente importancia de la modelización y de la simulación como instrumentos en numerosos campos de trabajo. Así mismo es importante el análisis lógico, relacionado con la elaboración de procedimientos sistematizados, a partir de lenguajes especializados. Las nuevas tecnologías requieren un pensamiento interactivo y divergente, apto para la solución de problemas nuevos y complejos, en lugar de uno lineal y convergente, adecuado para trabajos altamente estructurados y rutinarios.

Las razones anteriores plantean la necesidad de superar la dicotomía y el falso dilema entre la educación llamada “general” y la técnico-profesional. Cada una requiere de contenidos y procesos educativos de carácter general, en gran medida comunes a ambas, tales como las bases científicas y humanísticas, la formación politécnica o “cultura técnica” general, y el desarrollo de la capacidad de conceptualización y abstracción. Estos contenidos y procesos forman la capacidad básica para el aprendizaje continuo, la recalcificación y actualización profesional, cada vez más necesarias en cualquier actividad profesional.⁸

Ha sido hasta aquí presentado un breve análisis de las implicaciones que —sobre los objetivos de la “educación en ciencias” en la secundaria— se derivan de la comprensión tanto de las funciones sociales que cumple este nivel educativo, como del contexto social y cultural que lo caracteriza. A continuación se presentará una breve caracterización “social” de la educación secundaria y media en Colombia, con el propósito de precisar el contexto socio-cultural en el que se definen los objetivos y contenidos de la educación en ciencias.

-
8. En Colombia, mediante la nueva Ley General de Educación se ratifica *de jure* el tradicional dualismo *de facto* existente entre la educación académica y la técnica, al definir dos diversos tipos de educación media: la Académica y la Técnica, sancionando así la tradicional desigualdad de estatus social y educativo entre ambas, y negando la posibilidad de integración de estos saberes en modelos curriculares alternativos que ofrezcan una educación media de carácter “bivalente” —científico, tecnológico y técnico— para el futuro “ciudadano productor”.

IV. CARACTERIZACIÓN “SOCIAL” DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA EN COLOMBIA

Esta caracterización se realizará alrededor de las siguientes cuatro dimensiones:

1. La alta restricción social en el acceso a, y permanencia en las oportunidades educativas.
2. El carácter “academicista” de la secundaria y media, y la subvaloración social y educativa de las modalidades de calificación para el trabajo, como la educación técnica y otras formas de “diversificación” de las oportunidades educativas.
3. El continuo aumento de la heterogeneidad socio-cultural en el estudiantado, lo que implica una gran diversidad de intereses y expectativas sobre la educación secundaria y media que se recibe.
4. El creciente desfase entre las expectativas de educación superior de mayor número de egresados del nivel medio y las posibilidades reales de lograr cupos en las universidades públicas o comprar educación privada.

1. ALTA RESTRICCIÓN SOCIAL EN EL ACCESO A, Y PERMANENCIA EN LAS OPORTUNIDADES EDUCATIVAS

A pesar de los esfuerzos de ampliación de la cobertura y de las tendencias recientes de mayor retención y eficiencia interna, la educación secundaria en Colombia continúa siendo altamente restringida socialmente. En efecto, en 1991 el 52% de la juventud entre 12 y 18 años no estaba escolarizada (2'570.912 jóvenes), siendo en su mayor parte jóvenes de bajos ingresos, en quienes recaen

también las altas tasas de deserción escolar. A mayor grado escolar se reduce significativamente la tasa de cobertura. De 1.000 estudiantes que ingresan a primer grado, sólo 301 acaban noveno grado y 236 se gradúan de la educación media (*salto educativo*).

La estrecha relación existente entre niveles de ingreso y escolaridad se evidencia en que mientras el promedio de años de escolaridad de la población mayor de 24 años es de 5.9, se reduce a 3.2 años de escolaridad en la población de bajos ingresos, 4.3 años de escolaridad en la población urbana, y 2.3 en la rural (*salto educativo*). Así mismo, para esta población son muy escasas las posibilidades de ingreso a, y permanencia en la educación superior, dada la escasa cobertura actual de sólo 11.5% y el estancamiento de las oportunidades de educación superior pública, que sólo ofrecieron 4.894 cupos en el período 1985-1992, a pesar del continuo aumento de la demanda por educación superior. Como consecuencia, el 83% de la matrícula en este nivel es de población de mayores ingresos relativos.

En Colombia, la expansión del nivel secundario se ha iniciado tardíamente, solamente a partir de 1988. En el cuatrenio anterior la tasa de crecimiento anual fue sólo de 0.7%, cuadruplicándose en el cuatrenio siguiente (1988-1992) a una tasa de 3.6% anual (LÓPEZ, pp. 21-26). Según lo propuesto en el "Salto Educativo", durante los próximos cuatro años se crearían 300.000 nuevos cupos en el nivel preescolar y 600.000 en el básico, por lo cual en 1988 entrarían 483.000 nuevos estudiantes a noveno grado.

2. EL CARÁCTER "ACADEMICISTA" DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

La alta selectividad socio-económica está acompañada por un fuerte sesgo cultural y valorativo hacia la modalidad "académica", como expresión de la sobrevaloración de la educación universitaria tradicional y de las profesiones liberales (síndrome del "doctor"), y

de la subvaloración social y educativa de la educación técnica y tecnológica y de las profesiones correspondientes.

El predominio de los valores intelectualistas se expresa en el sistema educativo mediante la hegemonía de la escuela secundaria académica (bachillerato general o científico-humanista...), orientada hacia estudios universitarios. Este tipo de escuela representa un modelo cultural: la sobrevaloración social del trabajo intelectualista, la separación entre teoría y práctica, la valoración de esta cultura "general" como la mejor y más deseable, como la propia de las personas "cultas" y exitosas. Lo anterior se refuerza mediante la subvaloración de culturas alternativas como la técnica, su concepción como cultura y educación de segunda clase, de nivel práctico-instrumental, apropiada para la calificación hacia ocupaciones manuales, prácticas, subordinadas.

La educación media de carácter académico aparece como la modalidad dominante, el tipo de educación socialmente deseable, la de mayor estatus social y educativo, mientras las diversas modalidades de *diversificación* (INEM y educación técnica-profesional), independientemente de su calidad, continúan siendo consideradas por el Estado como modalidades de educación para pobres, marginados o estudiantes menos capaces. El bachillerato académico, orientado hacia la universidad, es el principal tipo de educación deseada. La "cultura académica" aparece no sólo como dominante sino con pretensiones universalistas, como si fuera la única cultura deseable y legítima. Esta hegemonía ideológica se sustenta y reproduce mediante la subvaloración académica y social de otros tipos de bachillerato, como el técnico, que representan una alternativa educativa, por tanto social y cultural (GÓMEZ, 1993).

El predominio de sectores sociales de ingresos medios y altos en la educación media implica la hegemonía de valores y aspiraciones de movilidad social y ocupacional, de aumento de estatus social, a través de la educación académica. Estos son los "actores" sociales

que sustentan la jerarquía de estatus social y educativo entre la secundaria "académica" y las diversas modalidades de *diversificación* de la oferta de formación en ese nivel. Los sectores sociales de bajos ingresos y de pobre "capital cultural" han sido los usuarios pasivos de un modelo dominante de educación academicista en la secundaria, que define los objetivos de la educación en ciencias, y que es de escaso valor social y económico para ellos. En este contexto político y cultural es muy limitado el interés por una verdadera *diversificación* de la secundaria, basada en modalidades mutuamente equivalentes en calidad.

2.1. EL FRACASO DE LAS POLÍTICAS DE *DIVERSIFICACIÓN* CURRICULAR E INSTITUCIONAL

A partir de la implementación en el país del modelo de Educación Media Diversificada, en 1968, se propone en el Decreto 088 de 1976 que la educación media vocacional se diversifique en modalidades "... con el doble propósito de preparar al alumno para los estudios superiores y para el ejercicio laboral en profesiones técnicas y auxiliares" (Artículo 10º). Así toda institución secundaria debería ofrecer al menos dos modalidades; generalmente la académica, y otra de carácter técnico. Posteriormente, en el Decreto 1419 de 1978 se especifican las características y formas organizativas de la diversificación en tres tipos de Bachillerato: en Ciencias; en Tecnologías y en Arte.⁹

La política de *diversificación* había sido propuesta como una respuesta del sistema educativo a la continua problemática del bachillerato general, cuya crisis en la década del 60 había conducido

9. Las respectivas modalidades son las siguientes para el Bachillerato en Ciencias: Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Humanas. Para el Bachillerato en Tecnología: Pedagógica, Industrial, Agropecuaria, Comercial, Salud y Nutrición, Educación Física y Recreación y Promoción de la Comunidad. Para el Bachillerato en Artes: Bellas Artes y Artes Aplicadas.

a la creación del modelo INEM: altos niveles de desempleo y subempleo de bachilleres, alta demanda por estudios universitarios tradicionales, bajos niveles de calificación ocupacional de la fuerza laboral y alta deserción en la secundaria. Ante esta recurrente problemática del nivel secundario se planteaba la necesidad de promover la diversificación curricular en este nivel, de tal manera que estimulara la demanda de educación post-secundaria hacia modalidades distintas a las académico-universitarias tradicionales.

Sin embargo, tanto en el caso del modelo INEM como en el de la política de diversificación, debido al carácter exógeno del primero y a la improvisación de la segunda, se desconoció la larga e importante experiencia curricular, pedagógica e institucional en Educación Técnica, de los Institutos Técnicos Industriales y Agrícolas, ya existentes desde la década del 40. El adecuado conocimiento y evaluación de esta importante experiencia educativa hubiera seguramente aportado elementos significativos para la reforma de la educación secundaria. En su lugar, se optó por la importación o copia de un modelo educativo exógeno, el de la "comprehensive school", esencialmente inadecuado al contexto cultural y social del país. Se optó además por suponer que el bachillerato general se reformaría mediante la política de *diversificación*, cuya generalización a todos los establecimientos educativos se realizó de manera improvisada, por decreto, sin la necesaria evaluación previa de las diversas limitaciones y condiciones de esta política, identificables en la experiencia de los INEM. Se desconocieron los requerimientos curriculares, institucionales, económicos y culturales que garantizarían la adecuada implementación del concepto de *diversificación*.

Como consecuencia, la política de *diversificación* se redujo a la organización de diversas modalidades vocacionales, generalmente de carácter práctico y aplicado, que no constituyen una verdadera alternativa —ni educativa ni de estatus social— a la modalidad académica predominante, por lo cual no se generó una verdadera

experiencia de diversificación curricular en la secundaria. En efecto, en 1992, el 75% de la matrícula en el nivel secundario continuaba concentrada en la modalidad académica. Sólo el 4.7% se ubicaba en la modalidad técnica industrial, 2.6% en la pedagógica, 1.9% en la agropecuaria, y el 11.2% pertenecía a la modalidad comercial, en la cual la matrícula es predominantemente femenina (77%).

3. LA EXPANSIÓN DE LA ESCOLARIDAD Y EL AUMENTO DE LA HETEROGENEIDAD SOCIO-CULTURAL EN EL ESTUDIANTADO

A pesar de la alta restricción social actualmente existente, la expansión de la escolaridad secundaria hacia la universalización de su cobertura es un imperativo social, económico y político en la sociedad moderna. Ésta requiere una eficaz socialización de la juventud en los valores, normas y pautas de conducta, considerados como deseables en la sociedad. La formación de una conciencia cívica y social es tan importante como la formación de los conocimientos y capacidades intelectuales básicas requeridas por una sociedad cada vez más compleja y especializada. Por otra parte, la creciente importancia de la acreditación educativa en las posibilidades de movilidad social y ocupacional en las sociedades modernas genera una alta demanda social por oportunidades educativas.

El acceso a los diversos niveles educativos es comúnmente percibido por todas las clases o estratos de la sociedad como una importante oportunidad de movilidad social y ocupacional. De esta percepción, o ilusión, se deriva la continua y alta demanda social por mayores niveles educativos. Debido en gran medida a estas demandas y a las necesidades de modernización de las sociedades, las políticas oficiales se orientan hacia la universalización del nivel secundario y la expansión del nivel superior.¹⁰

10. Sin embargo, los resultados, sociales y ocupacionales, de la experiencia educativa, no son homogéneos sino altamente jerarquizados y diversificados,

El aumento de la escolaridad a sectores sociales previamente excluidos implica una creciente heterogeneidad socio-cultural en el estudiantado. Esta heterogeneidad se expresa en grandes diferencias en la dotación del "capital cultural" inicial, que es la condición fundamental para el posterior éxito en el proceso escolar. También se expresa en términos de diferentes aspiraciones e intereses, tanto educativos como ocupacionales. La provisión de contenidos y programas relativamente homogéneos, en el contexto de la gran heterogeneidad estudiantil, implica el desconocimiento de la heterogeneidad como importante criterio de política educativa. Significa la imposición de aquel modelo cultural y social representado por la opción homogénea, sobre otras opciones o modelos diferentes o divergentes. La opción homogeneizante deriva su hegemonía del poder social y político de las clases o estratos sociales que la sustentan, en cuanto ésta es la opción educativa más adecuada a sus intereses de movilidad social y ocupacional.

La hegemonía de un modelo escolar homogeneizante es altamente discriminatoria en contra de los estudiantes provenientes de otros grupos o estratos sociales y culturales, cuyo capital cultural sea inferior o diferente, y cuyas aspiraciones educativas y ocupacionales puedan ser también diferentes. Estos estudiantes son sometidos a experiencias educativas para las que o no están igualmente preparados, o éstas no son relevantes o adecuadas a sus necesidades y expectativas de aprendizaje. Son así mismo sometidos a criterios y normas de competencia ajenas a sus capacidades e intereses. Se establece así un proceso educativo, social y

debido no sólo a las desigualdades socio—culturales en el cuerpo estudiantil, sino además a la alta y creciente selectividad y diferenciación en el mundo del trabajo. Una mayor división y especialización del trabajo genera una estructura ocupacional altamente diversificada y compleja, la que es la base no sólo del desarrollo de las fuerzas productivas sino de una mayor democracia social, mediante una más equitativa redistribución del ingreso entre los diversos tipos de ocupaciones.

culturalmente desigual, que privilegia anticipadamente a aquellos estudiantes cuyo capital cultural y social es más congruente con las características del proceso, y que discrimina en contra de aquellos estudiantes que más se diferencian de aquellas.

La naturaleza socialmente desigual e inequitativa de este proceso educativo, que no es sino un proceso de selección social, se oculta y legítima en la medida en que los "ideales" educativos que propugna sean aceptados como los mejores, los deseables, y los más apropiados al ideal dominante de hombre y de ciudadano. Una vez establecidas la deseabilidad y legitimidad de tal modelo escolar, la diferenciación de resultados o logros educativos se concibe como el resultado objetivo del mérito individual diferencial. Esta supuesta "meritocracia" oculta el carácter socialmente desigual y discriminatorio del modelo escolar homogeneizante.

4. EL CRECIENTE DESFASE ENTRE DEMANDA Y OFERTA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Tanto las políticas de expansión de la cobertura, como la mayor retención interna, han permitido un rápido aumento del número de egresados de la educación media, la gran mayoría de los cuales aspira a continuar estudios de nivel superior¹¹. Sin embargo, las oportunidades en este nivel han aumentado mucho más lentamente que la demanda, generando un profundo desfase entre el creciente

11. Entre 1988 y 1992 la matrícula en la educación secundaria creció a una tasa promedio anual de 3.6%, lo cual aunado al efecto de la política de "promoción automática" implica un alto crecimiento anual de los egresados del nivel medio. Diversos estimativos indican que hasta el año 2000 la demanda anual por nuevos cupos universitarios oscilaría entre un mínimo de 16.000 y un máximo de 27.000. Esta última cifra equivale a crear una nueva Universidad Nacional cada año en las cuatro principales ciudades del país (LÓPEZ, H. pp. 28-30).

número de aspirantes y las pocas oportunidades disponibles. Ya había sido mencionado que en 1994 sólo el 25% de los egresados de la educación media logró cupo en la educación pública o pudo comprar educación privada. Para el 75% restante, la educación secundaria que recibió le fue seguramente de muy poca utilidad, incluyendo el tipo de “educación en ciencias” al que fue sometido.

La situación anterior genera dos importantes problemas:

- En primer lugar, una alta inequidad social en el acceso a las oportunidades de educación superior, pues los cupos en las universidades públicas no sólo han aumentado muy poco en los últimos años en relación a la creciente demanda, sino que además han aumentado casi tres veces menos que las oportunidades de educación privada. En efecto, durante el período 1985-1991 las tasas de crecimiento de la educación superior pública fue sólo de 26% mientras la privada fue casi tres veces mayor: 76% (LÓPEZ, H.). Esta situación se refleja en el rápido crecimiento de la demanda por cupos en las universidades públicas. Ya ha sido mencionada la alta relación (12:1) entre solicitudes y cupos existente en 1994 en la Universidad Nacional y que aumenta cada semestre. La alta selectividad socio-cultural resultante profundiza la inequidad social en las oportunidades de educación superior, elevando sustancialmente el nivel socio-económico y cultural del estudiante de la universidad pública, de tal manera que ésta tiende a igualar el nivel de selectividad de la universidad privada. Esta situación suscita importantes interrogantes respecto a la razón de ser de la universidad pública, su función social y su identidad. Otros interrogantes se refieren a las formas alternativas de financiación requeridas para la necesaria expansión de la educación superior.

Por otra parte, es necesario señalar el problema de la escasa *diversificación* —institucional y de programas— de la oferta

de educación superior, lo cual representa un importante obstáculo a la necesidad económica de diversificación y especialización de la estructura ocupacional, y a la necesidad social de educación relevante para un cuerpo estudiantil cada vez más heterogéneo en intereses y expectativas educativas y ocupacionales. La expansión de las oportunidades de educación superior no puede estar basada en ofrecer “más de lo mismo” sino en la diversificación curricular en nuevas áreas del saber y en la creación de nuevos tipos de instituciones (GÓMEZ, 1994 c).

- En segundo lugar, se hace más evidente el problema, ya mencionado, de la escasa relevancia y utilidad —para el estudiante y para la sociedad— de la educación secundaria académica recibida por el creciente porcentaje de egresados de la secundaria, que no pueden comprar educación privada ni obtener cupos en las universidades públicas. Es evidente que este tipo de educación secundaria —y el modelo “preparatorio” y academicista de “educación en ciencias” que lo caracterizan— no sólo es de poca utilidad y relevancia para la inserción creativa y positiva de los jóvenes en la sociedad, sino que la dificulta y obstaculiza. Estos jóvenes deben ingresar a un mercado de trabajo cada vez más especializado y selectivo, con una calificación académica tradicional, orientada hacia la universidad, que sólo los capacita, si acaso, para empleos poco calificados y de baja remuneración¹². Este profundo desfase entre las altas expectativas educativas y

12. El desempleo de la fuerza laboral con educación secundaria es mayor a medida que aumenta su oferta en el mercado. En efecto, su desempleo ha pasado de ser un 7% mayor que el promedio en 1984, a ser un 11% mayor en 1992. En relación a los profesionales egresados, los bachilleres tenían en 1984 un desempleo 2.7 veces mayor, el cual aumentó a 3.1 veces en 1992 (LÓPEZ, H. op. cit. p. 44).

ocupacionales generadas en la secundaria académica, y las realidades de la inserción ocupacional poco calificada, es una importante fuente de desadaptación y conflictos sociales en la juventud colombiana.

- La reorganización de la educación secundaria y media.

La reciente reorganización (Ley 115) de la secundaria tradicional en el ciclo de educación básica superior y en el nivel medio (diferenciado a su vez en una modalidad Académica y otra Técnica), implica la definición de objetivos diferenciados de educación en ciencias para ambos niveles, pues cada uno cumple propósitos formativos y sociales diferentes. Esta misma necesidad se presenta para las dos modalidades —Académica y Técnica— en que ha sido diferenciado el nivel medio.

- El ciclo básico superior es sólo la continuación del ciclo anterior (básico primario) y conforma con éste una unidad en cuanto a los propósitos formativos de la educación básica “general”. En el contexto de la edad y grado de desarrollo intelectual y afectivo del estudiantado del nivel básico, ¿cuáles son los objetivos esperados de la educación en ciencias?
- ¿Se espera el conocimiento de saberes particulares de disciplinas específicas? ¿Por qué y para qué? ¿Cuál sería el grado deseado de especificidad o generalidad de éstos saberes? ¿Cuáles serían las relaciones entre éstos saberes disciplinarios y las otras disciplinas científicas, y entre éstas y las ciencias sociales?
- ¿O se espera, más bien, la formación del espíritu y la cultura científica general, relacionada con los fenómenos de la naturaleza y la sociedad?

(La capacidad de resolución de problemas, de diseño de estrategias de obtención de información, identificación de criterios de verificación y validación, etc.).

¿Cómo se lograría la integración de saberes del ámbito social y del mundo natural, en la formación de la “cultura” científica deseada?

- ¿Se espera, además, el logro de una comprensión de la unidad básica de los fenómenos tanto naturales como sociales y, por tanto, de la unidad o bases comunes de las diversas “ciencias” o saberes respectivos?

Cada una de estas opciones genera decisiones diferentes respecto a los objetivos esperados de la educación en ciencias en el nivel básico, y en lo referido a la formación o cualificación de los docentes: las condiciones académicas para la investigación educativa como base de la formación de docentes, y como alternativa institucional a las tradicionales Normales y Facultades de Educación; la definición de los objetivos y contenidos de la formación “pedagógica”; el balance entre ésta y la formación disciplinaria; etc. (GÓMEZ, 1994 d).

La problemática de la educación secundaria en Colombia hasta aquí expuesta suscita diversos interrogantes respecto a los propósitos y objetivos de la educación en ciencias:

- ¿Cuál es la finalidad social, económica y formativa de este nivel de educación?
- ¿Tiene este nivel fines y propósitos propios o es solamente un nivel de paso hacia otro superior?
- ¿Cuáles deberían ser las finalidades propias de este nivel dado que es *de facto* el último nivel u oportunidad educativa para un alto porcentaje de la juventud?

- ¿En este contexto, cuáles deberían ser los objetivos de la educación en ciencias?
- ¿Qué objetivos deben plantearse en el contexto de una población estudiantil altamente heterogénea en intereses y expectativas educativas y ocupacionales?
- ¿Cómo solucionar el dilema planteado entre las necesidades simultáneas de formación de los futuros científicos y de formación del ciudadano?

V. LA FORMACIÓN DEL CIUDADANO-PRODUCTOR: LAS COMPETENCIAS BÁSICAS

Una posible solución a los interrogantes y dilemas anteriores es la definición de los objetivos de la educación en ciencias como contribución a la formación del ciudadano, el cual al mismo tiempo es un productor en diversos campos ocupacionales y del saber. En tanto ciudadano y productor en la sociedad moderna, éste requiere los siguientes objetivos de educación en ciencias en el nivel secundario y medio:

- a) Una comprensión del papel central —*axial*, según algunos teóricos de la moderna sociedad post-industrial (Bell, Aron, Touraine,...)— que desempeña el conocimiento científico-tecnológico, en la estructuración y dinámica de esta sociedad. Comprensión del entorno científico-tecnológico del estudiante.
- b) La formación de conciencia ética y responsabilidad política respecto a los efectos sociales del desarrollo científico-tecnológico en su sociedad: en la ecología y medio ambiente, en las relaciones de poder, en la distribución de la riqueza, en la calidad de la vida cotidiana, etc. El logro de este objetivo

implica la necesidad de estrecha relación o integración entre los saberes del ámbito científico, tecnológico y social.

- c) El desarrollo del pensamiento lógico, la capacidad de formulación de problemas de investigación y de hipótesis, y estrategias de solución de problemas. La formación de una “actitud”, “cultura” o “espíritu” científico-tecnológico, el conocimiento del método y de los procesos propios de estos saberes, lo que constituye la esencia de la “modernidad”, en contraposición o reemplazo de la pasividad o sometimiento a los saberes tradicionales, revelados, dogmáticos, autoritarios, mágicos.

Estos objetivos generales se realizan a través del siguiente esquema de *competencias básicas* propuesto para la formación del ciudadano-productor en la sociedad moderna (GALLART & DE IBARROLA, 1994):

- *Competencias críticas y creativas* (que son las competencias o capacidades intelectuales básicas para la vida): aprender a aprender continuamente, capacidad de recalificación permanente, capacidad de solución de problemas, de diseño de estrategias, capacidad de adaptación a cambios y nuevos contextos.
- Las competencias intelectuales generales básicas son las capacidades de abstracción, conceptualización, síntesis, investigación, relación, etc.
- Estas competencias críticas y creativas son esenciales en el contexto moderno de incertidumbre, de rápidos cambios en todas las esferas de la vida: cambios ocupacionales, múltiples y diversos itinerarios profesionales y ocupacionales.
- *Competencias comunicativas*: capacidad de comunicación fluida en y comprensión de varios idiomas modernos

(¡creciente necesidad del bi o tri-lingualismo!), manejo de lenguajes simbólicos: matemáticas, modelación, simulación..., capacidad de usar creativamente las nuevas tecnologías de información y comunicación.

- *Competencias científicas básicas:* comprensión y dominio de las bases, lógicas y dinámicas de los métodos y conocimientos científicos; el fundamento del conocimiento científico es la capacidad de búsqueda, de indagación, de asombro, la curiosidad, el espíritu crítico, la autonomía en el aprendizaje...
- Las competencias del “proceso” científico incluyen la capacidad de formulación de hipótesis, de observación, de interpretación de información, de medición, de clasificación, de evaluación de resultados.
- Estas competencias intelectuales generales son las que permiten la continua profesionalización y especialización en determinada área del saber, ya sea científica, tecnológica, artística, humanista, etc.
- *Competencia Tecnológica:* La Tecnología, definida en términos de los procesos a través de los cuales se identifican las necesidades, se definen las soluciones y se diseñan y crean los medios de solución, integra las competencias del saber pensar con las del saber hacer. La competencia tecnológica —orientada a la solución de un problema— integra las capacidades de conceptualización, de evaluación de las diversas alternativas posibles, con las de diseño y producción de soluciones eficaces.
- Requiere comprensión analítica del papel de la revolución científico-tecnológica en la producción y en la sociedad modernas.

- También requiere la familiarización y uso creativo de las innovaciones tecnológicas en el trabajo, la investigación, el estudio, el hogar, la solución de problemas sociales, etc.
- La formación *bivalente* del “ciudadano-productor” requiere, además, cierto grado de especialización en alguna área del saber que le permita la inserción calificada al trabajo y/o la continua profesionalización y especialización. Este objetivo implica la creación de una educación media de carácter “bivalente”.
- *Competencia socio-histórica*: es el resultado de la imbricación de las Humanidades y las Ciencias Sociales. Implica la capacidad de articulación analítica entre el pasado y el presente: comprensión del papel de ideas, valores, procesos sociales, formas de producción y de organización social: sus relaciones con el poder, la dominación, la equidad, la democracia, la participación social, etc.
- Es condición para la formación de la “competencia ética y política”.
- *Competencia ecológica o ambiental*: es consecuencia de las anteriores, supone sólidos conocimientos científicos (integrados) y capacidad ética y política frente a las diversas decisiones de índole científica y tecnológica que inciden en las relaciones entre hombre y naturaleza.

Este modelo de *competencias básicas* requeridas por el moderno ciudadano-productor, ofrece un importante marco de referencia para nuevos objetivos curriculares en la educación secundaria y media, en el que pueden integrarse los objetivos y procesos de la educación en ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTHROPOS. *Tecnología, Ciencia, Naturaleza y Sociedad. Antología de autores y textos.* Suplementos No. 14. Anthropos, Barcelona, 1989.
- BELL, D. *La Meritocracia e Igualdad.* En: *El Advenimiento de la Sociedad Postindustrial.* Alianza. Madrid, 1976. pp. 468-524.
- BOUDON, R. & BOURRICAUD, F. *Socialization.* En: *Dictionnaire Critique de la Sociologie.* P.U.F. pp. 283-489. París, 1982.
- CARIOLA, L. *La educación Secundaria en proceso de Masificación. Un desafío para la región.* En: *Educación y trabajo. Desafíos y Perspectivas de investigación y políticas para la década de los noventa.* M. A. GALLART (Compiladora). Red Latinoamericana de Educación y Trabajo CIID-CENEP/ CINTERFOR. Montevideo, 1992. VOL. II. pp. 219-238.
- CEDEFOP-CEE. *Objetivo futuro de la enseñanza= educación general + formación profesional. Formación profesional.* No. 1/1989. Berlin. 1989.
- CEPAL-UNESCO. *Educación y Conocimiento: Eje de la Transformación Productiva con Equidad.* Chile, 1992.
- COLEMAN, J. & HUSEN, T. *Inserción de los jóvenes en una sociedad en cambio.* OECD-CERI. Narcea Ediciones, Madrid, 1989.
- DNP. *El Salto Social. Bases para el Plan Nacional de Desarrollo 1994-1998.* Presidencia de la República - DNP. Bogotá, 1994.
- DE MOURA C., CL. *Academic Education versus Technical Education: ¿Which is more General?* En: *La belle, Th.* (Ed.) *Educational Alternatives in Latin America.* UCLA Press, 1975. pp. 434-462.

- FERNÁNDEZ, M. *Integrar o segregar. La enseñanza secundaria en los países industrializados*. LAIA. Cuadernos de Pedagogía, No. 24. Barcelona, 1986.
- FISHWICK, W. *Structures of Technological Education and contributing Social factors*. Studies in Engineering Education 11. UNESCO. París, 1988.
- FOUREZ, G. *La Construcción del Conocimiento Científico*. Narcea, Madrid, 1993.
- FRENCH, H. W. *Los Técnicos en Ingeniería. Algunos problemas de Nomenclatura y Clasificación. Estudios sobre la Enseñanza de la Ingeniería 7*. UNESCO, París. 1986.
- GALLART, M. A. & DE IBARROLA, M. (Coordinadoras) *Democracia y productividad. Desafíos de una nueva educación media en América Latina*. UNESCO/Red Latinoamericana de Educación y Trabajo. 1994.
- GÓMEZ, V. M. *La Educación Técnica y Tecnológica en Colombia: Análisis Crítico y Propuesta de Modelo Alternativo*. ICFES. Seminario "Formación Técnica y Tecnológica". Bogotá. Junio 1990, pp. 107-160.
- GÓMEZ, V. M. et al. *El valor social, ocupacional y formativo de la Educación Técnica Secundaria en Colombia*. Revista Colombiana de Educación. No. 27. 1993.
-
- *Una educación bivalente: condición de equidad social y desarrollo económico*. En: BERNAL, J. (Coordinador) *Integración y Equidad. Democracia, Desarrollo y Política Social*. Corporación S.O.S. Colombia. Viva la Ciudadanía. Bogotá, 1994 (a).
-
- *Hacia una educación secundaria de carácter bivalente que integre la formación general y la ocupacional*. Memorias Foro Formación para el Trabajo frente al reto de

la Apertura. Fundaciones FES, CORONA y A. Restrepo Barco. Bogotá, 1994 (b), pp.72-84.

————— *La Diversificación Institucional y Curricular en la Educación Superior: condición para la Transformación Productiva con Equidad*. Revista ANÁLISIS POLÍTICO. No. 23, Sept—Dic. 1994 (c).

————— *Dilemas de Equidad, Selectividad y Calidad en la Educación Secundaria y Superior*. Cuadernos de la Facultad de Ciencias Humanas, No. 11. U. N. 1995.

————— *Universidades de Ciencias, Investigación Educativa y Formación de Docentes*. Programa Universitario de Investigación (PUI) en Educación. Universidad Nacional, 1994 (d).

GOZZER, G. *Un Examen de la Escuela. Sistemas y Organizaciones en Europa y el mundo*. Fondo de Cultura Económica. México, 1989.

KUMAR, K. *Prophecy and Progress. The Sociology of Industrial and Post-Industrial Society*. Penguin Books, 1978.

LADRIERE, J. *El Reto de la Racionalidad. La Ciencia y la Tecnología frente a la Cultura*. UNESCO/Tecnos, Madrid, 1978.

LAYTON, D. (Ed.) *Innovations in Science and technology Education*. Vols, I, II". UNESCO. París, 1986.

LESOURNE, J. *Educación y Sociedad. Los desafíos del año 2000*. Gedisa Ed. 1993.

LEVIN, H. & RUMBERGER, R. *Education, Work and Employment: Present issues and Future Challenges in Developed Countries*. IPE-UNESCO. París, 1988.

- LEWIN, K. M. *Science Education in developing countries: issues and perspectives for planners*. International Institute for Educational Planning. París, 1992.
- LÓPEZ, H. *Educación Superior y Mercado Laboral de los Profesionales en Colombia*. Misión para la Modernización de la Universidad Estatal. 1994.
- OECD. *Alternatives to Universities*. 1991.
- PARRA, R. et al. *La Escuela Vacía*. Tercer Mundo Eds. -Fundación FES- CEP Bogotá. 1994.
- PEÑA, M. *Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad: Teoría y Práctica*. U. de Puerto Rico, Mayaguez, 1990.
- PSACHAROPOULOS, G. *Evaluación de la Educación Media Diversificada en Colombia*. Banco Mundial-MEN-Instituto SER. 1984.
- RAWLS, J. *A Theory of Justice*. Harvard U. Press, 1971.
- REICH, R. *El Trabajo de las Naciones*. Vergara, 1993.
- REVISTA "SUMMA". *Quien tiene el conocimiento tiene el poder*. No. 47. Agosto, 1993. pp. 18-24.
- TORRES, J. *Globalización e Interdisciplinariedad: el curriculum integrado*. Morata, 1994.
- UNESCO/IBE. *Secondary Education*. BULLETIN No. 240/241. 1986. París.
- UNESCO. *Science and Technology Education and National Development*. París, 1986.
- UNESCO. *Technology Education as part of General Education*. Science and Technology Education. Document Series 4. Paris, 1983.
- ZANETTI, L. J. *Los Objetivos de la Escuela Media*. Kapelusz, Bs. As., 1980.

¿CUÁL FORMACIÓN
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA?

Jorge Charum

Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Matemáticas

I. INTRODUCCIÓN

Una de las características propias de nuestra época contemporánea es la creciente importancia que han llegado a tomar la ciencia y la tecnología en la sociedad. Se las considera como elementos determinantes en el logro de metas sociales, culturales, económicas y políticas¹. Muchos discursos que pretenden orientar las acciones para alcanzar esas metas, presuponen la existencia de una acumulación de conocimientos científicos y una disponibilidad de las potencialidades que les están asociadas: su ordenada movilización según criterios permitiría responder por el alcance de esas metas y por la satisfacción de las necesidades sociales.

Pero ¿es cierto que existe esa acumulación de conocimientos? ¿Dónde se localiza? ¿Está distribuida en toda la sociedad o está concentrada en algunos grupos sociales? ¿Es válida la afirmación sobre su carácter disponible? ¿Cómo se construye esa acumulación y cuáles son las instancias sociales que participan y potencian su construcción? Estas preguntas, que ponen límites a los discursos, quizás demasiado inmediatos y en todo caso muy optimistas, sobre las potencialidades de la ciencia nacional, han mostrado la necesidad de emprender una reflexión sobre las modalidades de construcción de esas capacidades científicas. Es ésta, entonces, una de las tareas

¹ Según esta imagen social de la ciencia, ella es un bien público y se puede ubicar en múltiples contextos en los que sus diferentes resultados llegan a ser socialmente útiles. Así, por ejemplo, sus productos tangibles: artículos, tesis y trabajos de grado, nuevos productos o procedimientos, normas técnicas y socio-técnicas, orientaciones políticas, son útiles para las comunidades de especialistas, el sistema de enseñanza, la industria, en el espacio de las necesidades sociales o en el espacio político. Sus productos intangibles, que corresponden a la integración y generación de diversos saberes implícitos, se constituyen en acumulaciones que, incorporadas individual o colectivamente, permiten potenciar la producción de nuevos resultados. Para una presentación de esta temática, véase (Charum, Parrado: 1995).

que se ha debido abordar dentro del sistema educativo, por cuanto es una de las instancias determinantes de socialización en los principios que regulan la apropiación y la comunicación del conocimiento, de aceptación de los elementos que fundamentan este conocimiento y de integración de las operaciones básicas que permiten elaborar las representaciones de los resultados logrados, para que puedan ser analizados, criticados y movilizados para la producción de nuevos conocimientos o resultados. Estos principios, elementos y operaciones de base se constituyen en condiciones necesarias para la apropiación del conocimiento científico disponible, para la producción y comunicación de los nuevos resultados logrados y permiten la elaboración y realización de proyectos en donde participan cooperativamente diversos tipos de saberes y competencias.

Durante las dos últimas décadas se ha avanzado en la caracterización de las condiciones que permiten producir nuevos conocimientos en el campo de la ciencia y de construir nuevos resultados en el campo de la tecnología. Desde diferentes horizontes teóricos y disciplinarios se han hecho diversos aportes que permiten comprender que la producción conocimientos y la construcción de resultados es un proceso de una gran complejidad en donde se encuentran implicados tanto los propios actores y sus conocimientos, destrezas y habilidades técnicas, los contextos sociales en donde se desarrolla su acción, como los conocimientos implícitos y los aprendizajes logrados en los propios procesos de trabajo. Se rompió así con las perspectivas teóricas que buscaban las condiciones de existencia de la ciencia en un sujeto transcendental o que postulaban normas éticas que regulaban la actividad práctica de los científicos. Estas nuevas orientaciones pusieron en evidencia que, en la producción de resultados, juegan un papel las contribuciones basadas en los conocimientos incorporados en los actores, en las modalidades de movilizarlos y, además, en las acumulaciones logradas, individual y colectivamente, durante los mismos procesos de trabajo debidas a la actividad cooperativa que es propia de toda empresa científica.

Significa lo anterior que se deben considerar no sólo la calidad de la formación individual, sino también los procesos por los que se la adquiere, así como a las posibilidades a que ella da lugar; no sólo a las aptitudes para el trabajo cooperativo sino también a los aprendizajes que de éste resultan; no sólo las actividades de los propios actores de la investigación, sino también el tejido social que permite la circulación de personas, problemas, recursos y resultados entre las diferentes esferas de la sociedad que se encuentran implicadas e interesadas en la utilización de los resultados alcanzados.

En lo que sigue se hará, en la segunda parte, en primer lugar, unas consideraciones sobre los avances logrados en la clarificación del papel que juegan los principios que regulan la adquisición y la comunicación del conocimiento: todo proceso de formación en el campo de la ciencia y la tecnología debe considerar no sólo la apropiación de los contenidos, también debe considerar la apropiación de los modos válidos de producción del conocimiento y de su comunicación. Estos principios encuentran, en segundo lugar, en la matematización y en la experimentación los elementos que sirven de fundamentación a las proposiciones y los resultados alcanzados. Ahora bien, para que logren una aceptación válida socialmente son utilizadas una serie de operaciones básicas que permiten la construcción de representaciones que circulan públicamente a través de los documentos y de las publicaciones y que, entonces, pueden ser sometidos a una crítica calificada.

En la tercera parte, se hacen algunas consideraciones sobre las posibles prácticas realizadas con base en una formación que ha integrado en diferentes niveles esos principios, aceptado los elementos que sirven de fundamento a la racionalidad científica y que ha comprendido las modalidades de construcción de las representaciones presentes en los discursos científicos. En general, esta exigente formación —entendida como la incorporación, la comprensión y la utilización competente por parte del sujeto de todas aquellas condiciones— es, en la época actual, asunto casi exclusivo

del sistema educativo. Ahora bien, precisamente las actividades prácticas realizadas en el campo de la ciencia y la tecnología tienen un carácter social, que es portador de posibilidades y fuentes de aprendizajes. Significa esto que es necesario considerar la inserción de los individuos dentro de una gran variedad de relaciones sociales que potencian la acción individual o colectiva. La cuarta parte, está orientada a extraer algunas conclusiones sobre las contribuciones que la escuela secundaria hace a esta formación y pretende estudiar las vinculaciones entre la noción de formación y los aportes que a ella se hacen en la escuela primaria y secundaria.

II. LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA LA FORMACIÓN EN EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

La formación es un proceso seguido por los estudiantes que permite el progreso en las formas de apropiación del conocimiento disponible y de su comunicación. Más allá de los contenidos de cada saber especializado, hay modalidades para hacerlos propios y para regular su circulación y comunicación. Esta apropiación está regulada por *principios* que posibilitan además la comprensión de los modos de razonar y de operar en los diferentes campos de la ciencia. La capacidad de reconocer las semejanzas y coincidencias en la apelación a estos principios permite los diálogos y la fertilización cruzada entre los diferentes campos especializados. Quien pretende adentrarse en la tradición del conocimiento científico y comprender las formas como ésta se ha ido decantando debe integrar estos principios. Es una común apelación a los discursos codificados, que encuentran como *elementos* determinantes a la matematización y a la experimentación, la que permite encontrar una nueva coincidencia entre los diferentes saberes científicos, aún si los niveles que alcanzan estos elementos en las disciplinas y en las profesiones particulares

no es uniforme y está en relación con sus concepciones teóricas de base, con los mundos de objetos específicos y con su específica concepción de la actividad práctica. Quien pretende comprender cómo se llega a la justificación de la validez de los resultados encuentra en estos elementos una referencia insoslayable. Por otra parte, la construcción social de la validez de los conocimientos apela a una multiplicidad de *operaciones de base* que se han ido decantando y que corresponden a esas modalidades aceptadas de exposición de los resultados alcanzados para que puedan ser puestos en circulación a través de las publicaciones. Es el paso al espacio público, lugar donde se consigue la validez de los hechos científicos o tecnológicos. En lo que sigue se tratará de estas condiciones necesarias de la formación en el conocimiento científico y tecnológico, haciendo una separación formal entre los principios, los elementos y las operaciones de base. Ahora bien, a partir de la formación alcanzada por los individuos es posible abordar la actividad práctica que conduce a la construcción de los nuevos resultados tanto en el campo de la ciencia como en el de la tecnología.

2.1 SOBRE LOS PRINCIPIOS QUE REGULAN LA APROPIACIÓN Y LA COMUNICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

El sistema educativo permite pensar la formación como una cualidad poseída por los individuos que progresivamente se va constituyendo y calificando. Son los individuos los que aprenden a leer y escribir, a diferenciar los mundos de objetos que son propios de cada una de las ciencias particulares, a establecer lo que allí es un problema válido y a reconocer las modalidades de enfrentarlo y de resolverlo. Quizás éstas son las mayores contribuciones explícitas que la enseñanza primaria y secundaria hace a la formación en el conocimiento científico. Para lograr estas diferenciaciones se han debido comprender y poner en actividad diversas formas de argumentar y de comunicar el conocimiento. En efecto, no se argumenta en la misma forma en la matemática, la física, la química,

la biología, la filosofía, por ejemplo. Sin embargo, y quizás ésta es una de las contribuciones implícitas más importante que la educación secundaria hace a la formación en el conocimiento científico, más allá de las diferencias se encuentra que en todas estas formas de argumentar hay una análoga orientación en la explicitación de las hipótesis y las reglas metodológicas que sirven de fundamentación en la construcción de las afirmaciones y los resultados que, al ser expuestos públicamente, buscan ser aceptados por quienes tienen competencias para evaluarlos y criticarlos. La otra contribución implícita, de tanta importancia como la anterior, es la aceptación de la *primacía de la escritura y de la lectura* en el campo del conocimiento: la apropiación de las matrices teóricas que están en la base de cada uno de los saberes diferenciados y de la tradición de los problemas que les son peculiares, de las normas que regulan la comunicación del conocimiento pone en juego de manera *intensa la lectura y la escritura*².

Se deriva de lo anterior que el reconocimiento de estas análogas orientaciones en la validación social del conocimiento, vigente para cada uno de los saberes que circulan en la comunidad académica, y

² La reflexión sobre las características de la escritura y la lectura en tanto que mediaciones para la apropiación, la comunicación y la construcción del conocimiento ha sido ya intensamente tematizada en nuestro medio y ha dado lugar a diferentes estrategias, en el interior de la Escuela, para incrementar su manejo competente. Podemos entonces prescindir aquí de hacer una tematización explícita. Véase, para una presentación más desarrollada, (Charum 1990: 164-169); para una presentación de los efectos de la escritura en la circulación del conocimiento (Eisenstein, 1979). A pesar de su importancia no tematizaremos tampoco aquí el problema de la equidad puesto de presente cuando se considera los efectos de las desigualdades en la capacidad de lectura y de escritura y, en general, de los principios que regulan la circulación del conocimiento en el ámbito académico: un discurso hecho para un mismo grupo será integrado en forma diferencial por cada uno de los individuos presentes según las competencias que cada uno de ellos ya posee. Sobre este punto se puede consultar (Bourdieu, 1979); (Moulakis 1994: 32-35).

la aceptación del primado de la escritura están en la base de las posibles interacciones entre miembros de esa comunidad, independientemente de las formaciones en las disciplinas o en las profesiones específicas. Nociones como la de proyecto³, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad, investigación alrededor de problemas⁴, grupo de investigación⁵, por ejemplo, pueden ser consideradas a partir de la idea de diferenciación de saberes y de la posibilidad de interacción entre sujetos que comparten principios e intereses comunes.

A partir de los trabajos de Kuhn, es posible aceptar que la formación en una disciplina corresponde a una socialización por la que se llega a aceptar una matriz teórica que delimita el campo de

-
3. Para la realización de un proyecto es necesario fijar previamente un objetivo por alcanzar —la construcción de un objeto tecnológico por ejemplo— y concebir los procedimientos, establecer las teorías, ordenar las competencias puestas a cooperar, para lograr el objetivo. En un proyecto un objeto que debe llegar a ser es prefigurado (es “arrojado delante”) para, posteriormente y por la puesta en operación de los medios, hacerlo aparecer delante. Se controla el proceso de su objetivación a partir de su diseño previo. Eventualmente, si sucede algo imprevisto, se redefine el proceso o el objetivo. Lo que aquí más importa es que en todo proyecto, hay una multiplicidad de saberes y de competencias puestas a cooperar para obtener el resultado.
 4. En general, un problema de investigación se aborda porque no se sabe. La investigación es la única actividad que se justifica por la ignorancia que se tiene sobre una situación. La posibilidad de crear, en forma ideal inicialmente en la cabeza de los investigadores, y luego de proponer modalidades que permitan avanzar en las respuestas a las preguntas que todo problema suscita está vinculada, en la mayoría de casos, a poner en juego una diversidad de saberes, de instrumentos teóricos y de dispositivos prácticos que, en general, no se reducen a los específicos de una disciplina o profesión. Véase, sobre esta situación (Hughes, 1983).
 5. Para una caracterización de los grupos de investigación, (Law, 1989); (Charum, 1990: 240-246).

los saberes válidos, establece lo que son los problemas propios del campo y las modalidades de trabajo aceptadas por la comunidad disciplinaria o profesional para enfrentarlo y resolverlo. Esto nos introduce en lo que podemos llamar la dimensión social del trabajo científico. Así, es posible distinguir dos dimensiones de la formación: según se progresa en el conocimiento, en lo que podemos llamar la dimensión cognitiva de la formación y que pone el énfasis en el sujeto, se van encontrando modalidades progresivamente más articuladas para interactuar con quienes comparten una misma matriz teórica de referencia y que corresponde a lo que podemos llamar la dimensión social de la formación. Dicho en otra forma, según se avanza a lo largo de un eje cognitivo que corresponde al progreso en a) la apropiación del conocimiento básico y del núcleo teórico de un saber específico, b) en su utilización, c) en la apropiación autónoma del conocimiento disponible, d) en la ubicación de un problema propio de investigación o en el establecimiento de un proyecto, e) en su resolución o realización, se avanza análogamente según un eje social que muestra formas cada vez más articuladas para interactuar con otros miembros de la propia o de diferentes comunidades disciplinarias o profesionales. Esta situación se puede representar en un gráfico que muestra una trayectoria posible de la formación de un individuo.

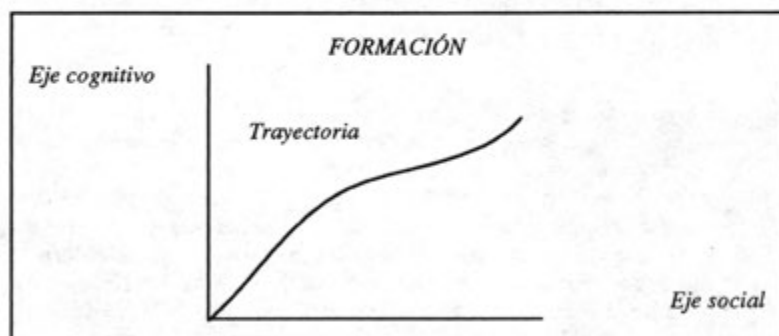


Gráfico 1

Representación de la trayectoria seguida en un proceso de formación

La dimensión social permite comprender las dinámicas que llevan a la interiorización de las normas implícitas que regulan las formas de operar en las disciplinas particulares y, sobre todo, permiten la adquisición de los aprendizajes⁶ debidos a la relación práctica con los objetos de trabajo junto a quienes son los portadores de la tradición de los saberes específicos. En efecto, es por la participación en seminarios conjuntos, en los procesos de trabajo y de investigación y en el desarrollo de proyectos, junto a quienes muestran por su práctica cuáles son las reglas que orientan y ordenan las actividades prácticas, por lo que se llega a aceptar y a incorporar las formas válidas de trabajo en el campo específico y a generar las modalidades de regular las actividades dentro del propio grupo, lo que se constituye en una acumulación de aprendizajes. Dicho en otros términos, en la formación se puede distinguir una dimensión cognitiva —los contenidos— y una dimensión social, que está en la base de la integración y la generación de las normas que permiten la interacción. Así, el individuo formado en un saber no sólo tiene conocimientos, tiene además formas de regular la actividad propia en el campo a partir de las referencias teóricas y prácticas y posee saberes implícitos derivados de la relación con los objetos de trabajo y con quienes han participado en su desarrollo. Y es con base en estos conocimientos y saberes implícitos como puede participar competentemente en las actividades conjuntas que conducen a la producción de nuevos resultados.

⁶ El aprendizaje da lugar a un saber implícito, un saber—hacer que, en general, no puede ser expresado en forma discursiva y que, en consecuencia, no es posible enseñar. Estos saberes implícitos, que se constituyen en acumulaciones de los mismos grupos que los han generado, pueden haber sido incorporados individualmente pero su movilización en los procesos de trabajo beneficia las actividades y potencia los logros del grupo.

Estos saberes implícitos pueden ser considerados como las acumulaciones poseídas y disponibles que todo grupo de trabajo o de investigación que permiten potenciar los nuevos trabajos. Son normas propias del grupo —normas de “la casa”—, procedimientos, reglas de cooperación, saberes técnicos, calificaciones en la utilización de tecnologías genéricas, saberes generados para responder a las necesidades específicas en el avance de un trabajo realizado colectivamente.

2.2 SOBRE LOS ELEMENTOS DE LA FUNDAMENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

En los inicios de la ciencia, en la Antigüedad clásica, existe una oposición entre una *episteme* contemplativa y una *techné* utilitaria. La ciencia pura es *theoria*, contemplación desinteresada de las esencias. El elemento de la ciencia es el *logos*, el pensamiento especulativo y no la materia sensible. Aristóteles estima que el objeto geométrico es abstracto y que la física sublunar escapa a todo intento de matematización. Para el platonismo las matemáticas sirven para tratar los fenómenos naturales sin que esto signifique alguna interdependencia de la ciencia y la técnica.

Esta diferencia ya no es más pertinente. Hay que esperar al siglo XVII para el advenimiento de una ciencia con intenciones y con actitudes técnicas. Para algunos se trata de una revolución científica sostenida por la conversión de la *scientia contemplativa* —a la naturaleza se la comprende pero no se la perturba— a la *scientia activa* —si se sabe sobre sus comportamientos y regularidades podemos llegar a ser “amos y señores de la naturaleza” (Descartes).

Fue Alexander Koyré⁷ quien propuso una interpretación más

⁷ Sus estudios marcan una diferencia en las interpretaciones sobre la emergencia de la ciencia moderna, (Koyré, 61: 341-362), sobre las

matizada: el carácter original de la ciencia a partir del siglo XVII es debido a la eliminación de la separación entre la ciencia y la técnica, vigente aún durante la Edad Media, y la emergencia de una posibilidad e incluso de una necesidad de interacción entre ambas. Esto ha sido posible porque el aspecto teórico (la matematización de lo real), se asocia estrechamente al aspecto experimental, cuya estructura estará ahora dominada y determinada por el primero. El papel del experimento en Galileo, el comienzo con éste de una ciencia del movimiento que es indisolublemente matemática y experimental serían hitos en la aparición de esa nueva ciencia, la ciencia moderna y de su inseparable complemento, la tecnología: la fundamentación con base matemática de lo que debe ocurrir, la disposición de los objetos producidos con base en la previsión de sus comportamientos, la búsqueda de la explicación a los fenómenos naturales, la construcción de los instrumentos precisos que se interponen entre el sujeto y el objeto para dar cuenta de éste, son todos ellos resultados de esta nueva opción de conocimiento y de relación de conocimiento con la naturaleza. Si en el comienzo hubo una ciencia sin técnica, hoy hay una dificultad para separar la ciencia de la técnica o, más precisamente de separar la ciencia de la tecnología.

La matematización de las teorías puede comprenderse en un sentido más directo, como es el caso cuando se trata de la física, por ejemplo, donde la construcción de los conceptos es indisoluble de su expresión matemática. Pero puede comprenderse en un sentido más amplio, como la analogía con las formas de argumentar, de dar cuenta de sus principios, de poner en el lenguaje sus constructos, en donde se ha eliminado ya la polisemia o las referencias inmediatas

concepciones epistemológicas de Galileo, (Koyré, 1939) y de Newton, (Koyré, 1965) y constituyeron un modelo paradigmático de la historia de la ciencia como una historia de las ideas desencarnadas. Para una interpretación de la obra de Koyré, véase (Elkana, 1989, 185-228).

al conocimiento común, que es propia de las matemática. Y en esto todas las ciencias coinciden. Es esta característica común la que precisamente permite la interacción entre los especialistas de diferentes disciplinas científicas. Y es este componente de la formación el que hace posible evaluar y comprender discursos que, *a priori*, pueden estar alejados de una formación especializada disciplinaria particular⁸.

El otro elemento que está en la base de la fundamentación del conocimiento científico es la experimentación y, en forma más general, la posición que el laboratorio ocupa en la validación social del conocimiento. En ninguna otra parte de la actividad científica se muestra con mayor claridad la convergencia de las diversas estrategias y medios puestos a participar en la creación de la evidencia científica, que en el laboratorio⁹. En efecto, es allí donde se realizan los experimentos basados en lo que podría llamarse el *procedimiento material*: la construcción y la organización de los diferentes equipos y máquinas mediante los cuales se van a construir los resultados que, posteriormente, se van a reivindicar como "hechos" construidos que deben ser aceptados como válidos. Este procedimiento apela ya

⁸ Se puede decir, entonces, que en el primer caso, *la matemática* está implicada en la construcción de los conceptos y en su presentación y que, en el segundo caso, es el carácter de la matemática, *lo matemático*, el que está presente en la construcción y en la presentación de los conceptos. Por supuesto que también hay diferentes niveles de implicación de la matemática y de lo matemático en las ciencias particulares: un nivel más alto corresponde a la física, por ejemplo, en tanto que en la química, o en la biología sería menor o por lo menos diferente.

⁹ La penetración en los propios lugares de trabajo, los laboratorios de investigación, por parte de los sociólogos de la ciencia ha mostrado con evidencia la multiplicidad de estrategias puestas en operación para producir los resultados y para buscar su validación social. Véase, desde esta perspectiva (Latour, Woolgar, 1988). Para un estudio histórico, sobre la construcción de la noción de experimento, (Shapin, Schaffer, 1993).

a perspectivas teóricas previas, moviliza saberes técnicos, pone a cooperar a grupos de personas con conocimientos de diferentes niveles de especializaciones, destrezas y habilidades. Los resultados tienen además un estatuto intelectual y no sólo factual, pues se pretende que sean aceptados por grupos que no participaron en el proceso. Este paso a la aceptación exterior pone en marcha un *procedimiento literario*, que se apoya en múltiples operaciones que permiten establecer una representación de los hechos y de las realizaciones para difundirla a una audiencia exterior de científicos del mismo campo o divulgarla en sectores más amplios de la comunidad científica o académica.

2.3 SOBRE LAS OPERACIONES DE BASE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS REPRESENTACIONES: LA CONSTRUCCIÓN DEL DISCURSO CIENTÍFICO

Que el hecho producido en el laboratorio llegue a ser aceptado con una validez incuestionable, como es la pretensión de quienes producen los resultados, pasa por la construcción de una representación del hecho, lo que es posible por una serie de *operaciones de base* que hoy forman un nuevo sentido común de la práctica discursiva de los científicos. Si la ciencia hoy tiene un tan gran poder es por su capacidad de construir estas representaciones de los hechos científicos y en la posibilidad de operar a partir de ellas. Parece paradójico “hacer física en el tablero”, desplazar móviles, prever encuentros o realizar reacciones en un lugar que no sea el laboratorio o la realidad. Todo esto es posible de realizar a través de sus representaciones puestas en las dos dimensiones de una hoja de papel. Esta operación de *aplastamiento* permite dominar con una sola mirada lo más complejo, superponer objetos que por ninguna otra razón estarían cercanos. Una realidad vivida en el laboratorio, demasiado compleja para que su descripción pueda ser completa, es puesta al alcance de la vista y pueda ser analizada. El *cambio de escala* permite dominar lo microscópico y lo

macroscópico, las células y las moléculas, las galaxias y los grandes sistemas industriales. Estas dos transformaciones hacen posible la inspección de la realidad con modelos cuyo análisis cae dentro de los límites de nuestras posibilidades biológicas. Y es posible razonar a partir de ellos, lo que quiere decir que no sólo se tiene una representación sino una disponibilidad de lo representado para emprender nuevos estudios, trabajos o proyectos. Una siguiente operación, posible porque se realizan las operaciones anteriores, es la *superposición y combinación* que permite encontrar asociaciones que de otra manera aparecerían escondidas para siempre: las asociaciones entre los registros locales de sismicidad y los asentamientos humanos, la ubicación de los yacimientos de petróleo y el desarrollo nacional, son muestras de vinculaciones entre la geografía y la sociedad o de aquélla con la economía. Y esto se puede hacer en un escritorio donde se establecen las conexiones que luego pasan a los cerebros de los investigadores. Estas asociaciones son posibles por la capacidad de *movilizar* estados del mundo a través del tiempo y del espacio —los fósiles, las plantas, las muestras— y de *fijar de manera inmutable las formas*: un croquis de una costa fija su forma y es llevada para que futuros viajeros no se pierdan en parajes desconocidos para ellos, por ejemplo. Ahora bien, esta acumulación sobre los estados del mundo pueden *incorporarse y ser inscritos* en los textos que entonces no sólo registran imágenes, sino las formas que crean entonces una unidad que puede ser analizada con criterios interpretativos homogéneos y que le dan a la literatura científica ese valor de exactitud y convencimiento. Una última operación es la relación entre los acontecimientos y las cifras, la *fijación de los acontecimientos con las matemáticas*, la puesta en números, a través de gráficas, curvas, modelos, ecuaciones que permite luego encontrar más de lo que allí se ha puesto. La posibilidad de razonar a partir de todas estas operaciones organizadas en una unidad, es quizás uno de los trabajos de abstracción que más han incidido en la comprensión del mundo y de la naturaleza. Y en su transformación.

Las observaciones anteriores forman parte del conocimiento común, sobre el que parece ya inútil insistir. La razón de recordarlas es para llamar la atención sobre el carácter moderno de una nueva imagen de la naturaleza que permite proponer formas organizadas para su comprensión, para la explicación de sus comportamientos y para la construcción de los nuevos resultados. Todos estos principios, elementos y modos de operar tienen un carácter de adquisiciones logradas a través de largos procesos históricos y que, deben rehacerse en cada uno de los individuos para que se pueda hablar de una formación en el conocimiento científico y tecnológico.

CONDICIONES NECESARIAS DE UNA FORMACIÓN EN EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

1. LOS PRINCIPIOS QUE REGULAN LA COMUNICACIÓN DEL CONOCIMIENTO
 - i) Rechazo de los argumentos de autoridad y aceptación por principio, de la crítica razonada.
 - ii) Privilegio del lenguaje escrito.
 - iii) Construcción del discurso a partir de fundamentos y de su articulación argumentativa.
 - iv) Exigencia de la argumentación racional.
 - v) Vocación a la articulación entre la teoría y la práctica, entre el discurso y la acción.
 - vi) Búsqueda del consenso voluntario mediante la argumentación racional.

<p>2. LOS ELEMENTOS QUE SIRVEN DE FUNDAMENTO A LAS PROPOSICIONES EN EL CAMPO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA</p> <p>i) La matematización</p> <p>ii) La experimentación</p>
<p>3. LAS OPERACIONES DE BASE QUE PERMITEN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS REPRESENTACIONES EN EL CAMPO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA</p> <p>i) El aplastamiento: representación—reconstrucción de las realidades vividas en los procesos de investigación en las dos dimensiones de una hoja de papel.</p> <p>ii) El cambio de escala: representación de lo microscópico y de lo macroscópico en una escala que se ajusta a las posibilidades de captación biológicas del hombre.</p> <p>iii) La superposición y combinación: asociación de diversas representaciones heterogéneas, cuya combinación permite establecer relaciones que de otra manera no serían posibles.</p> <p>iv) La movilización de las formas previamente fijadas: la extracción de las formas devienen estados del mundo o regularidades naturales que pueden ser transportadas a través del tiempo y del espacio sin deformación.</p> <p>v) La incorporación y la inscripción: los estados del mundo fijados como formas pueden ser acumulados e inscritos en textos creando una nueva unidad que puede ser interpretada.</p> <p>vi) La fijación de los acontecimientos con las matemáticas: representación con cifras y construcciones con base matemática.</p>

Tabla 1

III. LA FORMACIÓN Y LA RELACIÓN CON LA PRÁCTICA EN EL CAMPO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

La relación entre la formación y la actividad práctica que permite esa formación puede ser considerada en, al menos, dos niveles. En un primer nivel, es posible, desde una perspectiva histórica, mostrar los efectos que han tenido los tipos de formación que se han dado en cada una de las disciplinas o profesiones. Se acepta, entonces, que pueden ser mostradas sus implicaciones en el mediano y en el largo plazo. Aunque aún no hay estudios en el país que permitan mostrar estas correlaciones algunos elementos logrados permitirían ya iniciarlos¹⁰. El interés en poner un énfasis en esta relación tiene que ver aquí con la posibilidad de construir proyectos nacionales en donde los tipos de formación son determinantes y en llamar la atención sobre la responsabilidad social con que deben ser orientados. En un segundo orden de ideas, desde una perspectiva más sociológica, es posible mostrar, sobre todo en las disciplinas o profesiones con más largas tradiciones, que la estructuración intelectual de cada campo del saber, introduce una correlativa estructuración social de su práctica social. Significa lo anterior que cada práctica está vinculada a las tradiciones que se han ido decantando a lo largo del tiempo como práctica válida y que no es posible reorientarla abruptamente a partir de una voluntad exterior.

¹⁰. El estudio de Safford sobre las diferencias en la formación en los ingenieros "antioqueños" y "bogotanos" y los diferentes tipos de problemas que abordaron y de prácticas que realizaron con base en ella, durante el final del siglo pasado y los inicios del presente: Safford 1989, los estudios de Obregón de 1992 y de Restrepo de 1993 son contribuciones decisivas para abordar este problema. Un incisivo estudio que vincula las tradiciones formativas de los ingenieros franceses y norteamericanos y las características de la industrialización que ellas determinaron es el de (Kranakis 1989: 7-70)

No hay aún estudios en nuestro medio que permitan mostrar concretamente esta situación¹¹. En un segundo nivel, podemos, sin embargo, considerar los tipos de relación práctica que son posibles a partir de los niveles de la formación. Tomaremos como referencia, para progresar en la reflexión, la relación de un sujeto con los objetos tecnológicos¹². Desde el punto de vista del sujeto, el objeto tecnológico puede ser considerado como una caja negra, y en su relación con éste le da prelación únicamente al uso y al conocimiento necesario para ello. El énfasis está puesto, entonces, en las respuestas a los comandos, operaciones u órdenes que sirven para hacer funcionar el objeto. En este caso no se busca comprender y menos

11. Véase (Shinn, 1980: 3-35), para un estudio en el campo de la investigación industrial.

12. Haremos una diferenciación formal entre objetos tecnológicos, técnicos y científicos considerando, para propósitos expositivos, que el conocimiento implicado es tecnológico, técnico o científico. En el primer caso se trataría de objetos que son el resultado de proyectos fundamentados en leyes científicas (teorías materializadas diría Bachelard) cuya articulación compromete también a saberes técnicos poseídos y puestos en obra por quienes participan en su construcción. En este sentido, los objetos tecnológicos serían resultado de la imbricación, a través de un proyecto, de saberes científicos y técnicos. El punto importante aquí es la idea de proyecto, y entonces de la vinculación entre la teoría y la práctica, de su fundamentación con bases científicas y, en la construcción práctica, de la activa presencia de saberes técnicos. Los objetos científicos o técnicos comprometerían, en el primer caso, sólo el saber científico, dando lugar, por ejemplo, a las teorías, y, en el segundo caso, al saber técnico, es decir al saber implícito poseído y a los aprendizajes logrados por los constructores, adquirido en la relación con los objetos de trabajo —*learning by doing*— y que no tiene necesariamente una fundamentación científica. Un ejemplo, en este caso, serían los productos artesanales. Lo que interesa no es tanto la clasificación pura, sino la imbricación de los saberes implicados. Para un análisis detallado de este tema, (Simondon, 1958); para una consideración de la relación entre el sujeto y el objeto tecnológico, (Charum 1991: 63-87), texto en el que aquí nos apoyaremos.

explicar su comportamiento. Es claro que el saber implicado para operarlo no va más allá del conocimiento de la existencia, en ese tipo de objetos, de ciertas regularidades: si se toca tal botón, se prende y comienza a operar, o si se hace una cierta secuencia de operaciones sucede tal y tal cosa. No se sabe por qué hay ese tipo de respuesta, ésta existe y no pretende saber más. Hay un aprendizaje técnico derivado de la relación, a la que podemos llamar *relación técnica*: el de las respuestas a cierta sucesión de operaciones que, para que se establezca tiene como condición previa la aceptación de la persistencia de las respuestas a las mismas operaciones realizadas bajo las mismas condiciones. Es claro que, en general, estos aprendizajes son bastante inestables pues no hay un principio que permita dar cuenta de ellos y menos aún, de justificarlos. La formación que pone el énfasis en la relación práctica inmediata con los objetos estaría en la base de esta relación técnica.

Es posible una segunda relación, cuando la formación en el conocimiento tecnológico le permite aceptar que, para la construcción del objeto, fueron precisos largos y complejos procesos en los que teorías, procedimientos y técnicas presidieron la elaboración de un proyecto desarrollado por los constructores y que hay la posibilidad de prever sus comportamientos, lo que, en la mayoría de los casos, ya ha sido hecho por los constructores: existen catálogos y manuales de uso, en los que se describen las formas de utilización y se delimita el espacio de los usos. Hay entonces la posibilidad de una *relación técnica racional* en el sentido en que el acercamiento a los usos por parte del sujeto está orientado por la lectura y el aprendizaje de las normas consignadas. Si bien hay una aceptación de la racionalidad tecnológica que presidió la construcción del objeto, no hay un intento de explicar su comportamiento. El aprendizaje logrado en esta relación es de tipo procedimental y restringido al espacio de los usos competentes y de las posibilidades de utilización. Una formación que haga énfasis en los procedimientos daría lugar a este tipo de relación técnica racional.

Una relación de un nivel superior es posible cuando no sólo se acepta la existencia de la justificación teórica del proyecto y de su construcción práctica que dió lugar al objeto tecnológico, sino que se sabe que estas teorías materializadas, cualquiera que sea su grado de codificación de formalización, son racionalmente comprensibles y aprehendibles y que es posible, incluso, llegar a comprender los intereses que presidieron su realización. Se tiene, en este caso, *una relación tecnológica* con el objeto. Una formación que haga énfasis en la necesidad de la fundamentación y en la relación entre la teoría y la práctica permite este tipo de relación tecnológica.

— Es claro que cada una de las anteriores relaciones determina diferentes tipos de utilización, de comprensión y de explicación del mismo objeto tecnológico y que, además, pone en juego diferentes niveles de formación. Por otra parte, los aprendizajes logrados en la relación abren a campos de posibilidades diferentes según el nivel de formación implicado¹³.

Es preciso, antes de continuar, hacer algunas observaciones pertinentes que ayudan a ubicar los límites y las potencialidades de la presentación anterior.

1. Para establecer las relaciones anteriores se ha tomado como referencia a un objeto tecnológico. Podemos, sin embargo, también analizar la relación cuando se trata de objetos

¹³. La posibilidad de darle nuevos usos, no previstos por los constructores o por lo menos no presentes explícitamente en los modos de empleo que acompañan los objetos tecnológicos, de articularlos con otros para obtener resultados más complejos, de transformarlos para lograr que se adapten a nuevas condiciones, por ejemplo. Esta apertura del campo de posibilidades está, en general, controlada por los constructores. Para un análisis de la tensión sobre los usos presente entre los constructores y los usuarios, (Akrich, 1987).

científicos y hacer las analogías pertinentes. Así, por ejemplo, si se considera una teoría, el acercamiento a ella, el nivel de su comprensión y de explicación puede ser más o menos lejano según se tenga una menor o mayor capacidad para su deconstrucción. Con base en estas analogías podemos hablar en un sentido general de instrumentos, que pueden ser materiales, como los equipos, las máquinas, los sistemas tecnológicos, (que son ejemplos de objetos tecnológicos) o inmateriales, como las nociones, los conceptos y las teorías (que son ejemplos de objetos científicos). En los dos casos se trata de mediaciones interpuestas entre el sujeto y el objeto para incidir en él o para comprenderlo. Ahora bien, con base en estas mediaciones, a las que le damos el nombre genérico de instrumentos, se llega a obtener resultados que tienen que ver con los intereses que orientan su utilización y que pueden ser cognitivos, prácticos, sociales, económicos, culturales, políticos.

2. Una situación diferente se encuentra si se analiza la relación con un objeto técnico. En efecto, la característica esencial del objeto técnico es la de ser resultado de la actividad práctica orientada por un saber-hacer que es poseído por el productor. Este saber está incorporado y su transmisión se hace por la participación en el proceso de su producción. Esto explica la relación, que conduce al aprendizaje, entre el maestro y el aprendiz en los oficios. Los aprendizajes derivados de la relación de uso del objeto están también determinados por el conocimiento implícito que ya se posea. El uso de los objetos técnicos puede estar orientado por una previa explicitación de los procedimientos o de las normas que deben ser seguidas, sin que haya una fundamentación de ellas. Lo determinante aquí, para la formación, es que, es por la participación en su construcción y en su uso con quienes ya poseen el conocimiento implícito, como se logra una apropiación de estos saberes implícitos puestos en operación. Esta misma

situación se presenta en el marco de la producción de resultados en el campo de la ciencia y la tecnología cuando hay la participación conjunta de conocimientos científicos y de saberes técnicos¹⁴.

3. La relación está determinada por el nivel de formación. Es claro que, si se considera la formación como un proceso continuo que se realiza en el estudiante, las características esenciales de una formación que progresivamente se califica, deben estar ya presentes y contextualizadas en la relación pedagógica en la escuela primaria y secundaria. Estas características son: intensa relación con la lectura y la escritura, vocación a la vinculación de la teoría y la práctica,... y capacidad de interactuar en procesos de trabajo con quienes tienen formaciones de diferente nivel, orientación o especialidad.

4. Es posible intentar establecer el campo de posibilidades a que abre cada uno de estos niveles de formación. Por ejemplo, es claro que la relación que hemos llamado tecnológica permite no sólo la de-construcción y la re-construcción de los objetos tecnológicos, también crea las posibilidades para su re-

¹⁴ Las implicaciones de la necesaria participación de los saberes técnicos en este tipo de actividades prácticas no ha sido suficientemente estudiada. Los estudios recientes de la sociología del conocimiento y de la tecnología han comenzado a mostrar su importancia para comprender la producción de resultados en estos campos y en validación social de esos resultados. Para un estudio particular de decisiva importancia en la historia de la ciencia, véase (Shapin, 1991).

producción. En efecto, si bien copiar en el campo de la tecnología exige también conocimientos articulados y capacidades técnicas que sólo a nivel de grupos se pueden poseer, es una formación en el conocimiento tecnológico del tercer nivel la que debería ser alcanzada para que sea posible una acción reproductiva de las tecnologías producidas por otros¹⁵.

IV. LOS APORTES QUE LA ESCUELA PRIMARIA Y SECUNDARIA HACEN A LA FORMACIÓN EN EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Con base en las anteriores consideraciones es ahora posible establecer a) las contribuciones que la educación básica, debidas a la acción pedagógica, hace a la formación en el conocimiento científico y tecnológico de los estudiantes; b) hacer algunas observaciones de los procesos que llevan a esa formación.

Debido al carácter procesual de la formación, la educación básica contribuye en la construcción de las condiciones necesarias, sin que por ello aquélla alcance su pleno desarrollo. Sin embargo, su participación es determinante. En efecto, las bases para esa formación

¹⁵. En general la situación es mucho más compleja. Son los productores quienes poseen el conocimiento y han logrado los aprendizajes durante el proceso de producción. Ahora bien, los productores no tienen interés, en general, de compartirlo. Sobre este problema, véase (Perrin, 1983).

se logran primordialmente a través de la educación formal¹⁶. Además, es posible allí ubicar los medios por los que ésto se logra.

Por otra parte, las dimensiones cognitiva y social permiten pensar la formación como una trayectoria (Gráfico 1) iniciada por los estudiantes en la educación básica, que se prolonga a través de los estudios de pregrado y postgrado y se continúa en las actividades investigativas o profesionales. Es posible, entonces, seguir la formación según el eje cognitivo, es decir, haciendo énfasis en la adquisición de los conocimientos o según el eje social, ésto es, enfatizando en las modalidades de asociación que poco a poco se van estableciendo en todo proceso de conocimiento. En el primer caso, la mirada está puesta en los currícula y en los procesos formales de la educación, en el segundo caso es posible pensar los efectos y las contribuciones de las formas más organizadas de trabajo, por ejemplo, en los proyectos, en las asociaciones y en los vínculos que ellos generan. Por otra parte, las condiciones necesarias (Tabla 1) se convierten en referencias que hacen posible ordenar y orientar las actividades en el interior de la Escuela y pensar las implicaciones que ellas tienen en la sociedad. Las propuestas pedagógicas de Dino Segura, las reflexiones sobre la relación de la formación con la sociedad de Víctor Manuel Gómez, presentadas para este Seminario y la tematización que de la formación se hace en este documento son entonces complementarias.

¹⁶ Es claro que restringirnos aquí a la educación primaria y básica significa no tener en cuenta los aportes exteriores a la escuela y, en particular, los que provienen de la familia. Sin embargo, para la inmensa mayoría de los casos es a través de la educación formal como se logra la incorporación de las condiciones necesarias propias de la formación. Sobre este punto véase (Charum, 1990).

4.1 LA CIENCIA COMO CONOCIMIENTO

Cuando el énfasis es puesto en la ciencia como conocimiento podemos considerar que la formación del estudiante progresa según el eje cognitivo y que, según avanza en sus estudios, se va progresivamente familiarizando con, y correlativamente va integrando, las condiciones que hacen posible la adquisición, la comunicación y la producción de conocimientos. A partir de esta perspectiva, una intensa práctica de lectura y la escritura muestran ser las actividades centrales. La diferenciación de los saberes y de las formas específicas que la lectura y la escritura toman en cada uno de ellos permite comprender que, si bien para cada uno de ellos hay un mundo propio de objetos —los objetos de la matemática son diferentes de los de la física y éstos de los del lenguaje o de la filosofía— y que su comprensión, movilización y utilización están reguladas por modalidades de exposición y argumentación que les son propias, para todos estos saberes hay una misma orientación de búsqueda de su validez y de su aceptación mediante la explicitación de las orientaciones conceptuales y teóricas y que, en su utilización práctica, buscan incidir en la realidad, comprenderla y explicarla. Dicho en otra forma, los conocimientos están orientados por una intención de insertarlos en las actividades prácticas¹⁷.

Esta es una de las opciones que ha servido de base para la construcción de los *currícula* en la educación primaria y secundaria. Los saberes diferenciados son el objeto de las diferentes materias que se deben cursar. Esto permite una práctica que está restringida al mundo de objetos de cada uno de ellos. Podemos decir, entonces,

17. En este nivel, el campo de las prácticas posibles está relacionado con el saber específico. Por ejemplo, con el conocimiento de la geometría se pueden construir figuras, evaluar áreas, demostrar teoremas. Posteriormente es posible vincular estos conocimientos con las áreas prácticas de otros conocimientos.

que bajo esta opción no se busca la interrelación en la práctica de los diferentes saberes. A partir de esta opción son posibles dos orientaciones extremas¹⁸: a) la orientación hacia los procedimientos; b) la orientación hacia la fundamentación. En la Tabla 2 se han esquematizado estos dos tipos de *curricula* y se señalan algunas de sus implicaciones.

FORMACIÓN CENTRADA EN LOS PROCEDIMIENTOS	FORMACIÓN CENTRADA EN LA FUNDAMENTACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> — Énfasis en la extensión del saber acumulado. — La relación con la práctica está centrada en la aplicación de técnicas racionales de las que no hay una vocación para explicitar su fundamentación. (Relación débil entre la teoría y la práctica) — Orientación hacia lo instrumental y lo procedimental. (Saber—hacer afianzada en la experiencia) — Adecuación al carácter funcional de los saberes adquiridos. <i>Formación centrada en la fundamentación.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> — Énfasis en la apropiación de un núcleo fundamental de saberes disciplinarios. — Capacidad de reorientar la práctica desde una Fundamentación científica de los saberes adquiridos. (Relación fuerte entre la teoría y la práctica). — Generación de una capacidad para adaptarse a lo nuevo. (Versatilidad y flexibilidad) — Capacidad de innovación y reorientación posible de los proyectos emprendidos.

¹⁸ Es claro que estas dos orientaciones sirven aquí para propósitos expositivos y que en la práctica sólo son dos puntos extremos de un espectro de posibilidades. El interés de considerarlos radica en que permiten señalar los efectos diferentes que tiene estas orientaciones para la actividad práctica.

4.2 LA CIENCIA COMO PRÁCTICA

Cuando el énfasis se pone en la producción de la *ciencia*, es decir en los procesos de construcción de los nuevos conocimientos y en la producción de resultados es necesario considerar lo que podemos llamar la “cultura”¹⁹ presente en la actividad en el campo de la ciencia y en su adquisición necesaria a través de los procesos de formación. En este caso, ya no se considera que son sólo los *curricula* y su aplicación los que nos permiten la “enculturación” de los estudiantes, sino que es a través de la propia actividad práctica como se llega a su apropiación. En efecto, son los procesos sociales que, en el caso de la educación primaria y básica, corresponden a la acción pedagógica desplegada por los propios profesores cuando se realizan los trabajos conjuntos y en el desarrollo de proyectos alrededor de problemas, los que posibilitan la apropiación de las modalidades de la actividad de una ciencia en la acción. Por esto, bajo esta opción, es el proyecto el que toma un carácter central.

La formación en la ciencia y la tecnología se logra con el tiempo con un acercamiento cognitivo, social y personal hacia a la actividad científica. La relación a través de las actividades pedagógicas, en donde las actividades prácticas ocupan un lugar importante, con quienes en la Escuela portan las tradiciones de conocimientos y de experiencias permite la integración de las modalidades de trabajo, y no sólo la adquisición de los conocimientos.

¹⁹ El término “cultura” tiene aquí un sentido restringido y denota el conjunto de los recursos y de condiciones que permiten y que se ponen en operación para la realización de los trabajos propios del campo. Se diferencia de la práctica en cuanto ésta se refiere a la actividad del hacer, posible a partir de de esos recursos y esas condiciones.

4.3 LA POSICIÓN DE LOS PROFESORES

Hasta ahora ha sido tomado como referencia el proceso seguido por los estudiantes para lograr una formación en el conocimiento científico y tecnológico. La noción de trayectoria de la formación ha hecho posible tener en cuenta tanto la adquisición de conocimientos —que puede considerarse como un camino seguido individualmente— como la inserción en la dimensión social de la actividad en el campo de la ciencia y la tecnología. El nivel de adquisición de las condiciones que están en la base de la formación pueden ser usadas en la práctica como un indicador de los avances realizados por los estudiantes a lo largo de la educación. La contextualización de esas condiciones sirve como una orientación sobre las expectativas que se pueden tener en educación primaria y básica y sobre la participación que cada una de las acciones pedagógicas en la incorporación, por parte de los estudiantes, de esas diversas condiciones.

Es posible ahora cambiar el eje de análisis considerando el papel activo que los *profesores* tienen en la formación de los estudiantes. Ya hemos señalado cómo son ellos quienes, en el nivel de la Escuela primaria y secundaria, son los portadores de las tradiciones y los que muestran, en su práctica pedagógica, las formas válidas de operar en los diferentes saberes. Sólo consideraremos aquí la actividad alrededor de proyectos para extraer algunas conclusiones sobre el papel activo de los maestros y de los profesores en la formación.

Todo proyecto se inicia a partir de una situación cuya delimitación da lugar a un problema. Cada problema es inédito y, es lo más frecuente, no puede enfrentarse desde los conocimientos de una sola disciplina o de un saber específico. Significa esto que para su resolución se debe apelar a múltiples tipos de conocimientos y de destrezas que exigen, entonces, que se enfrente en forma cooperativa desde un grupo más o menos amplio. El paso de la situación al

problema, corresponde a la ubicación de las dificultades presentes y de los conocimientos, saberes técnicos, destrezas, instrumentos y procedimientos que deben ser puestos a colaborar para llegar a responder a las preguntas y a enfrentar los retos que la solución de las dificultades percibidas inicialmente en la situación presentan. En un primer momento, todos estos elementos son movilizados en forma ideal por quienes se proponen abordarlo y, en un segundo momento, se pasa a la especificación de esos medios según planes, planos, etc. en un proyecto. Así, todo proyecto enfrenta la resolución de un problema y cuenta formalmente con los medios para su resolución. Por supuesto que los elementos propuestos y puestos en acción pueden revelarse limitados e, incluso, no pertinentes, pero es esencial a todo proyecto la delimitación de un problema y la especificación de los medios para su resolución. Su desarrollo mostrará lo bien fundado de los procedimientos adoptados para su resolución o, por el contrario, las carencias y limitaciones en su concepción y articulación. La otra característica de todo proyecto es la capacidad de control sobre su desarrollo. No basta con darse los medios sino que se debe tener un permanente control del proceso, que permita saber sobre su evolución y la consecución de metas previstas o, si se revela necesario, que permita la redefinición de esas metas o de los procedimientos y de los medios utilizados para alcanzarlas.

BIBLIOGRAFÍA

- AKRICH Madeleine (1987), *Comment décrire les objets techniques?*, *Technique et culture*, Vol. 5, 49-63.
- BOURDIEU Pierre (1979), *Les héritiers*, Minuit, París.
- CHARUM Jorge y PARRADO Luz Stella (1995), *Entre el productor y el usuario. La construcción social de la utilidad de la investigación*, Icfes, Bogotá.
- CHARUM Jorge (1991), "El conocimiento tecnológico y la formación. Su relación con el trabajo", in *Educación, trabajo y transformaciones tecnológicas en Colombia*, Universidad del Valle/Unesco-Crealc/Sena-M.E.N., Cali, 63-87
- CHARUM Jorge (1990), "Estructura científica y entorno social", in *Estructura científica, desarrollo tecnológico y entorno social*, M.E.N./D.N.P./FONADE, Bogotá, 155-267.
- EISENSTEIN Elizabeth (1979), *The Printing Press as an Agent of Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ELKANA Yehuda (1989), *Antropologia de la conoscenza*, Editori Laterza, Roma.
- HUGHES Thomas (1983), *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- KRANAKIS Eda (1989), "Social Determinants of Engineering Practises: A Comparative View of France and America in the Nineteenth Century", *Social Studies of Science*, Vol. 19, 7-70.
- KOYRE Alexander (1939), *Etudes galileennes*, Hermann, París.
- KOYRE Alexander (1961), *Etudes d'histoire de la pensée philosophique*, Gallimard, París
- KOYRE Alexander (1968), *Etudes newtoniennes*, Gallimard, París.

- LATOUR Bruno y WOOLGAR Steve (1979), *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, Sage Publications, Londres.
- LAW John (1990), "Le laboratoire et ses réseaux", in *La science et ses réseaux*, in Callon Michel, La découverte, París.
- MOULAKIS Athanasios (1994), *Beyond Utility. Liberal Education for a Technological Age*, University of Missouri Press, Columbia.
- OBREGÓN Diana (1992), *Sociedades científicas en Colombia*, Banco de la República, Bogotá.
- PERRIN Jacques (1983), *Les transferts de technologie*, La découverte, París.
- RESTREPO Olga (1993), "Naturalistas, saber y sociedad en Colombia", in *Historia natural y ciencias agropecuarias*, Colciencias, Bogotá.
- SAFFORD Frank (1989), *El ideal de lo práctico*, Empresa editorial Universidad Nacional/El áncora editores, Bogotá.
- SHAPIN Steven (1991), "Le technicien invisible", *La recherche*, No. 231, 324-333.
- SHAPIN Steven y SCHAFFER Simon (1993), *Leviathan et la pompe a-*
- SHINN Terry (1980), "Division du savoir et spécificité organisationnelle. Les laboratoires de recherche industrielle en France", *Revue française de sociologie*, Vol. 31, 3-35.
- SIMONDON Gilbert (1958), *Du mode d'existence des objets techniques*, Aubier, París.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN —PUI— EN EDUCACIÓN
- PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD CIENTÍFICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA RED

LA CULTURA ESCOLAR Y LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Dino de Jesús Segura R.

Escuela Pedagógica Experimental¹

² Muchas de las afirmaciones de este escrito se derivan del Proyecto de Investigación " Exploración de las posibilidades de aplicación de una alternativa para la enseñanza de las ciencias en el nivel de básica primaria, inspirada en las actividades totalidad abiertas", financiado parcialmente por COLCIENCIAS Proyecto 1402-10-001-90.

*Para enseñar a los alumnos a inventar,
es bueno darles la sensación
de que ellos hubieran podido descubrir.*

Bachelard (1975, 291)

INTRODUCCIÓN

PERSPECTIVAS DE FORMACIÓN

Con alguna frecuencia suele antagonizarse la educación en ciencias, que enfatiza en la formación del ciudadano, con aquella que apunta a la formación del profesional en ciencias. Esta polaridad se justifica cuando se concibe que la formación de los profesionales de las ciencias naturales y la tecnología poseen un carácter continuo, esto es, que existe un derrotero lineal —del cual es responsable la escuela como institución— para llevar al alumno de un no-saber, a un saber disciplinario². Dentro de esta concepción los temas que se estudian en el aula se seleccionan desde las disciplinas científicas terminadas, por razones que nos remiten a su importancia y universalidad³. Los ejemplos de esta tendencia son numerosos, entre otras cosas, porque tal es posiblemente la idea de formación en ciencias que ha orientado la elaboración de los programas oficiales y los textos. En el otro extremo —y desde la misma perspectiva— la

² Esta continuidad se concretaría en una sucesión lineal de aprendizajes que comenzando en la enseñanza básica se proyectaría en los estudios superiores.

³ Frecuentemente son los especialistas en la disciplina quienes determinan los “contenidos” que deberán tenerse en cuenta en los programas escolares.

formación ciudadana en ciencias enfatiza en el tratamiento cualitativo de los grandes temas de las ciencias y la tecnología y, en particular, de aquellos que por las angustias contemporáneas aparecen como determinantes, por ejemplo, para la toma de decisiones responsables y la elaboración de juicios acerca de políticas de desarrollo. En la actualidad, entre estos temas encontramos la ecología, los problemas de la energía, el desarrollo sostenible, etc.

Las dos posiciones no son antagónicas de principio, tan sólo enfatizan en aspectos diferentes de la misma concepción. Tanto la “profesionalista” como la “culturalista” parecen inspiradas en una misma idea acerca de lo que es la ciencia (y la tecnología): la ciencia se concibe como un producto terminado que o bien hay que utilizar productivamente (para lo cual debe haberse aprendido), o bien hay que utilizar responsablemente.

Si la ciencia se concibe de manera distinta, como producción, y no como producto, tanto las urgencias del desarrollo como las angustias por su utilización responsable, se podrían plantear de manera diferente.

PRIMERA PARTE

¿DE QUÉ CIENCIA ESTAMOS HABLANDO?

LO QUE ENTENDEMOS POR "CIENCIA"

La *ciencia* es mucho más que "los contenidos", término con que se designa la colección de enunciados, fórmulas, algoritmos y formas de razonar, que se incluyen usualmente en los programas y textos.

Hoy, más que nunca, es claro que la ciencia es una manera de ver la realidad, en otras palabras, lo que una formación en ciencias nos suministra es un lenguaje para ver en el mundo que nos rodea aspectos que de otra manera no veríamos y unos valores muy precisos para juzgar tanto lo que sucede, como lo que se hace y se debe hacer. La idea frecuente de concebir la ciencia como una mera colección de resultados (enunciados, algoritmos, razonamientos, etc.) neutrales e independientes de otros aspectos de la cultura, no es coherente con las ideas contemporáneas de ciencia. En lo que sigue, desarrollaremos este planteamiento a partir de Kuhn (1971) y el papel de los valores en la matriz disciplinaria, Piaget y García (1984) y su definición de paradigma epistémico y J. Elkana (1983) y su elaboración acerca de la imagen de conocimiento, en general y de ciencia en particular.

Kuhn (op. cit.) insiste en que la formación en una disciplina científica significa la aceptación de un paradigma. Pero, en contra de lo que usualmente se piensa, un paradigma, como lo concibe Kuhn, incluye no sólo los enunciados y formulaciones (aspectos formales de los paradigmas) y las imágenes y metáforas acerca del mundo (aspectos metafísicos del paradigma), sino un conjunto de valores propios de la actividad en el paradigma. Es por ello que de acuerdo con Kuhn, una vez se ha aprendido una disciplina científica (o,

después de acaecida una revolución científica), el mundo que nos rodea tiene que ser diferente del mundo que veíamos antes de tal aprendizaje. Es así como los valores, criterios de verdad, expectativas, formas de trabajo, etc., que caracterizaban la ciencia (o, mejor, la actividad científica) antes de Galileo eran completamente diferentes de los que se postularon (muchas veces de manera *no explícita*) durante la época de la denominada ciencia moderna.

Ahora bien, tales valores trascienden el ámbito de la actividad científica propiamente dicha. Es más, existe una imbricación muy fuerte entre los valores y, en general, entre las características de la ciencia en una época y la sociedad correspondiente. Se trata de algo más que la influencia, en un único sentido, de la ciencia en las concepciones sociales de la época, se trata de una interacción, esto es, una influencia recíproca. En este sentido, para Piaget y García (1984) existen concepciones (en la sociedad) que pasan a ser parte inherente del saber aceptado, y que se transmiten con él, tan naturalmente como se transmite el lenguaje hablado o escrito de una generación a la siguiente. Es para ello que estos autores proponen el concepto de "paradigma *epistémico*".

A partir de la adolescencia, cuando se han desarrollado las estructuras lógicas fundamentales que habrán de constituir los instrumentos básicos de su desarrollo cognoscitivo posterior, el sujeto dispone ya, además de dichos instrumentos, de una concepción del mundo (*Weltanschauung*) que condiciona la asimilación ulterior de cualquier experiencia.

Esta concepción del mundo es la que le permite al individuo asimilar e interpretar los datos que recibe de los objetos circundantes y la información transmitida por la sociedad, que se refiere a objetos y situaciones ya interpretadas por ella⁴. Es así, por ejemplo, como lo

⁴ Un ejemplo particularmente claro de esta afirmación lo podemos tomar de

que es “absurdo” o “vidente” se refiere a un cierto marco epistémico que está en buena parte determinado por la ideología dominante. En este sentido los autores llegan a afirmar que lo acaecido durante los siglos XVII y XVIII en la ciencia fué ante todo una ruptura ideológica (ibid. 234).

En el mismo sentido, Elkana (1983) anota que “las ideologías y las construcciones socio-políticas influyen grandemente las opiniones sobre el conocimiento, sobre sus fuentes, sobre lo que se considera legítimo o aceptable, en síntesis, sobre las imágenes del conocimiento (71)”. Así pues, concluye, “las imágenes del conocimiento están socialmente determinadas”.

El que en un momento, en la historia de las ideas, sean válidos ciertos argumentos, absurdos hoy para nosotros, se puede comprender si aceptamos que las imágenes del conocimiento que existen como telón de fondo de tales argumentaciones, son diferentes a las aceptadas contemporáneamente.

Recordemos ciertos argumentos que en un tiempo fueron aceptados como válidos y que hoy posiblemente ni siquiera son tenidos en cuenta. Veamos por ejemplo, la tesis del papa Urbano VIII, para defender la cosmología ptolemaica (tomado de L. Geymonat, 1964): “nada impediría teóricamente que Dios, en su omnipotencia, hubiera creado en realidad un mundo ptolemaico por debajo de la apariencia (ilusoria) del mundo copernicano observable por nosotros”.

nuestra época y se relaciona con la afirmación de sorpresa usual de los adultos por la manera “tan natural” como los niños pequeños se inician y avanzan en el manejo de los ordenadores lógicos. Luego de una instrucción muy elemental, los niños de manera bastante simple avanzan y descubren rutinas y procedimientos en juegos y programas, muchas veces, muy complejos para los adultos. Parece como si ellos estuviesen inmersos en una *lógica de la época*.

Tenemos pues que el significado del conocimiento y el conocimiento mismo (en particular, los valores que orientan la actividad) no sólo están determinados temporal y espacialmente sino también, culturalmente.

Cuando la enseñanza de las ciencias se restringe al aprendizaje de los "contenidos" se corre el riesgo de lograr el dominio de ciertos acertijos (en términos de Kuhn) sin la formación en los valores correspondientes, que serían el elemento determinante no solo para hacerlos útiles en la actividad científica sino como elemento interpretador y portador de sentido de la tecnología correspondiente. Podrían aprenderse, por ejemplo, ciertos resultados contemporáneos e incluso, utilizarse adecuadamente para la solución de problemas típicos de la disciplina, manteniendo la idea anacrónica de que tales resultados son definitivos y absolutos, que son fruto del descubrimiento y que consecuentemente lo único posible es inclinarse respetuosamente ante ellos.

Desde otra óptica, una enseñanza centrada exclusivamente en los contenidos, que no considera el contexto externo en el cual adquieren significado tanto los contenidos, propiamente dichos, como la actividad, podría plantear el dominio de ciertos "saberes" (en el terreno de lo disciplinario) sin el marco epistémico (en el terreno de lo social) que les permitiría construir una concepción del mundo (Weltanschauung) diferente (si no antagónica) a la derivada de concepciones espontáneas y con ello, su dinamización y utilidad para la producción de conocimientos. J. L. Villaveces (1992) en su conferencia "Vino nuevo en odres viejos", enfatiza "la importancia que para el desarrollo de los pueblos tiene el logro de la confianza en que la razón y la experimentación son capaces de ayudarnos a organizar el mundo el abandono de la creencia en fórmulas rituales y en cosas, que inclusive no podemos manejar". Y tal confianza del hombre en sí mismo, expresada como confianza en la razón y la experimentación forman parte del paradigma epistémico que debería ser característico de nuestra sociedad, no solo de la actividad científica.

Finalmente, si el aprendizaje de la ciencia (o las relaciones con el conocimiento) en la escuela no conducen a la construcción de una imagen del conocimiento compatible con ella, se corre el riesgo de aprenderse una ciencia mutilada. Podríamos decir, en otros términos, que si paralelamente con el aprendizaje de la ciencia no se procuran en la escuela, o en la sociedad, actividades o situaciones orientadas a la construcción de una imagen de conocimiento, tan contemporánea como debieran ser los resultados que se enseñan, lo más importante de la formación en ciencias, no se ha enfrentado, tendremos un ropaje nuevo para un espíritu anticuado. Son las imágenes del conocimiento las que deciden lo que es o no es un problema, lo que es o no es una explicación aceptable (Elkana, op cit. p 70), etc.⁵

Resumiendo, el aprendizaje de los resultados más característicos de la ciencia contemporánea, no es garantía para que quienes los aprenden se encuentren en "las fronteras" del conocimiento. Es perfectamente posible encontrar en nuestro medio personas con una sólida formación disciplinaria que a pesar de ello, están convencidas de su incapacidad para utilizar su formación productivamente, o que se limitan a la repetición sistemática de métodos y estrategias aprendidas para solucionar problemas particulares, o que en su vida ordinaria esperan mucho más de la buena suerte, que del trabajo sistemático e imaginativo.

Estas afirmaciones nos exigen entonces una mirada más íntima de nosotros mismos para tratar de establecer cuáles son los valores característicos de la ciencia contemporánea y cuáles los que se derivan

⁵ El que en nuestro medio sea necesario contratar misiones extranjeras para que establezcan cuáles son nuestros problemas y también, misiones para que los resuelvan, dice mucho de la imagen de ciencia vigente en nuestra sociedad. Otro tanto podría decirse ya no de nuestros problemas sino de nuestras posibilidades. En fin, no se trata de un problema de conocimiento, en cuanto a resultados aprendidos, sino en cuanto a su imagen.

de nuestra cultura que son los que inconcientemente orientan nuestras acciones y valoraciones.

La tesis que argumentaremos es la siguiente: Los valores dominantes en la sociedad y los que orientan las actividades escolares usuales se afianzan mutuamente. Queremos enfatizar, además, que estos valores son antagónicos, en general, con los que se derivan de la actividad científica.

Varios estudios, realizados no sólo en nuestro medio, sino en contextos similares al nuestro, muestran que existe un antagonismo entre las imágenes del conocimiento que corresponden a la actividad contemporánea en ciencias y las imágenes del conocimiento de la sociedad y aun de los maestros de ciencias. Entre estos estudios vale la pena señalar las tesis de posgrado de Adela Molina, de la Universidad Javeriana (1994); de William Mora, de la Universidad Pedagógica Nacional (1993), de R. Porlán, de la Universidad de Sevilla (1989) y el Proyecto de Investigación de D. Segura, A. Molina, y otros, de la Escuela Pedagógica Experimental (1994).

Sin entrar a una exposición detallada de los resultados de estos estudios, los aspectos más importantes que encontramos en ellos, son los siguientes.

1. Para los maestros de ciencias, la ciencia es una colección de resultados que poseen el carácter de verdad absoluta y definitiva, aunque muchas veces, verbalmente, expresen el carácter de construcción y con ello, de provisionalidad de los enunciados científicos.
2. En la práctica, se concibe la actividad científica como orientada hacia el "descubrimiento" de leyes naturales, esto es, de ciertas legalidades que se encuentran desde siempre ocultas detrás de los fenómenos, aunque se repita, como en caso anterior, que se trata de construcciones.

3. Como una consecuencia de la primera afirmación, si el aprendizaje de la ciencia es sinónimo del aprendizaje de los resultados, su método es la exposición y su testimonio, la repetición memorística. La actividad experimental (que es muy escasa) se orienta principalmente a la corroboración o ejemplificación de enunciados que forman parte de tales resultados⁶. Casi nunca se utiliza el laboratorio para poner a prueba hipótesis propias de alumnos o maestros.
4. Las prácticas escolares se orientan mucho más al aprendizaje de las “estrategias para aplicar la teoría”, que a explorar su vínculo con los fenómenos. Y las instancias de aplicación de la “teoría” no son otra cosa que la solución a los problemas que propone el libro o el maestro⁷. En muy escasas ocasiones lo que se aprende como ciencia se utiliza para intentar explicarse situaciones cotidianas o para solucionar “verdaderos” problemas.
5. Con muy raras excepciones, los conocimientos, que son objeto de la enseñanza en las aulas (incluso de las universidades), nos remiten a investigaciones que se realizan en la propia institución o en el país. Esta afirmación es válida a todos los niveles, incluyendo la educación superior y de posgrado.

⁶ La idea que suele orientar estas prácticas es que “los experimentos tienen que dar”. Es por ello que las divergencias experimentales se explican “salvando las teorías” al remitirlas a la inexactitud de los aparatos o deficiencias de los montajes. Usualmente las divergencias no se convierten en puntos de partida para la teorización. Incluso, los conflictos que podrían ser enriquecedores para la discusión en el aula, se ocultan y, además, con alguna frecuencia “se comprueban en el aula” evidencias que antagonizan con las teorías mismas que se pretenden ejemplificar (Segura 1990, 1994).

⁷ Estos serían los “ejemplares”, que constituyen un cuarto elemento citado por Kuhn (op. cit.) de la matriz paradigmática.

Estos elementos van configurando una imagen del conocimiento que de ninguna manera antagoniza con las imágenes de conocimiento socialmente aceptadas. Veamos algunas de ellas.

1. Socialmente se considera que el conocimiento es producto de personas especiales, que trabajan en situaciones especiales y que utilizan estrategias especiales para ello (el método científico). La imagen de científico que popularizan los medios de comunicación es tan extraña que difícilmente podemos imaginar que entre nosotros pueda existir un científico.
2. Se acepta, así mismo, que el conocimiento tiene muy poca influencia para la realización de los individuos. Mucho más importantes son la astucia y la buena suerte⁸. Del conocimiento lo importante son los iconos que lo acreditan: los títulos (o las calificaciones). Una calificación obtenida mediante la astucia es igualmente válida a la obtenida por el conocimiento.
3. Como consecuencia de lo primero, se acepta también que así como consumimos productos extranjeros (i.e. los enlatados), también consumimos, y consumiremos por siempre, los conocimientos. Es una relación de colonia-metrópoli. Cabe destacar aquí nuestro "mesianismo", que valoriza lo que dicen o hacen otras personas frente a lo que se dice y se hace en nuestro entorno, por el sólo hecho de haber sido hecho por personas muy distantes de nosotros. Podría decirse que mientras más distante sea la procedencia, la valorización es también mayor.

⁸ Ejemplos particularmente dramáticos de esta referencia, a la buena o la mala suerte, los encontramos en los medios de comunicación (y en boca de ministros de Estado) cuando explican en términos de buena o mala suerte las consecuencias de las lluvias (inundaciones), la escasez de ellas (sequías), el precio del café (y las heladas del Brasil), los racionamientos de energía eléctrica, etc.

4. Las fuentes sociales del conocimiento son la autoridad y la tradición. Esta relación es válida tanto entre los campesinos como en los cursos de posgrado.
5. En cuanto a los valores que explícitamente se promueven (más con discursos que con prácticas), éstos se limitan a los valores tradicionales, (no por ello menos importantes) como el amor, la honestidad, el respeto a la vida y a la dignidad humana y la solidaridad, mientras se desconocen aquellos que como la argumentación racional, la previsión y el diseño podríamos considerar pilares de la modernidad (Batista, Restrepo y otros, 1993), esto es, la creatividad, la competitividad, la eficacia, el control de calidad, la innovación, la información, la investigación, la adaptación en la transferencia de tecnología, la conservación del medio ambiente, la prevención de desastres, la democracia y la equidad.

De lo anterior podríamos concluir, (1) que no existe un antagonismo entre la imagen del conocimiento que es propiciada en las aulas y la imagen del conocimiento que es válida socialmente, incluso por quienes no han recibido una formación disciplinaria en ciencia y tecnología. Y, (2) que éstas imágenes del conocimiento que se afianzan mutuamente son antagónicas con las que se derivan de la ciencia contemporánea. En un trabajo anterior (Segura, 1994-a) se muestra cómo la imagen que se deriva de la formación escolar corresponde mucho más a las características del conocimiento en la Edad Media, que a las que corresponden a la ciencia de nuestros días.

Es por esta razón que podríamos afirmar que:

Mientras no exista en la escuela una actividad deliberada para construir los valores característicos de la ciencia contemporánea, lo que en la escuela se hace no será ni la antesala de una formación profesional, ni un presupuesto válido para una formación ciudadana.

EL CONTEXTO DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Por lo que argumentan Kuhn, Elkana y Piaget & García (citados antes), los valores que corresponden a la ciencia en una época determinada no son independientes de la sociedad en que se vive. Aunque en la actualidad las comunidades científicas han logrado dinámicas de producción, comunicación, discusión y validación de resultados, con independencia de las sociedades en que viven los científicos, nosotros sostenemos que cuando se trata de construir en el aula los elementos más característicos de la actividad científica, tales construcciones no pueden ser independientes del contexto, y en particular, del contexto escolar. Si uno de los pilares del conocimiento contemporáneo es, por ejemplo, su rechazo al dogmatismo, difícilmente podría darse una actividad coherente de libertad de búsqueda en una institución organizada sobre la base del dogmatismo (o del autoritarismo).

Algunas consideraciones apoyadas en el estudio de la historia del pensamiento científico sostienen que el conocimiento, para que florezca, requiere de ciertas circunstancias que no se dan espontáneamente, se trata más bien de situaciones *sui generis* que han existido muy rara vez. Toulmin (1977) anota al respecto: Tolerar por primera vez a pensadores independientes como los milesios y los miembros de la Academia de Platón exigía una gran autoconfianza intelectual; y se necesitó un coraje aún mayor para ver que esas escuelas influían en los jóvenes de la élite determinante de la opinión y, sin embargo, resistir la tentación de suprimirlas. Este coraje y esta confianza, por supuesto, no fueron universales en la Atenas del siglo IV, como no lo fueron en la Roma del siglo XVII ni en las superpotencias del siglo XX. Los destinos de Anaxágoras y Sócrates nos recuerdan que, aún en la Grecia clásica, las heterodoxias eran fácilmente confundidas con las herejías, y la libre especulación con los pensamientos peligrosos, Toulmin (op. cit., 226).

Bronowski, y ya lo hemos citado en diferentes oportunidades (Segura y otros 1994), anota en su bello libro *Science and Human Values* (1967), que no puede florecer la actividad científica mientras no existan la libertad de pensamiento, que hace posible el disenso y la creatividad e imaginación, y la tolerancia. Vemos al respecto, pero si la ciencia ha de ser efectiva como una práctica pública, debe ir más allá, debe proteger su independencia. Los salvaguardas que se deben ofrecer son evidentes: *libertad de búsqueda, libertad de palabra, tolerancia*. Estos valores nos son tan familiares a quienes convivimos con peroratas políticas, que parecen auto-evidentes. Sin embargo, serán auto-evidentes, esto es, necesidades lógicas, sólo cuando los hombres estén ante la exploración de la verdad, esto es en una sociedad científica. Las libertades y la tolerancia no han sido importantes en sociedades dogmáticas, aún cuando el dogma era el cristianismo. Sólo fueron garantizadas una vez cuando floreció el pensamiento científico, en la joven Grecia.

...La sociedad de los científicos debe ser una democracia. Solo puede mantenerse viva y crecer en una tensión entre disenso y respetar; entre la independencia frente a las concepciones de los otros y la tolerancia ante ellas... La tolerancia entre científicos no puede basarse en la indiferencia, debe basarse en el respeto... La ciencia confronta los trabajos de un hombre con los de los otros y los articula; y no puede sobrevivir sin *justicia, honor y respeto* entre hombre y hombre. Sólo mediante estos medios la ciencia buscará su objetivo inefable, la exploración de la verdad. Si estos valores no existen la sociedad de los científicos tendrá que inventarlos para hacer posible la práctica de la ciencia. En las sociedades donde no existían estos valores, la ciencia ha tenido que crearlos.

También nuestros pensadores han propuesto afirmaciones semejantes. El maestro Estanislao Zuleta (19) afirma que: La ciencia es democrática, porque la democracia es su origen y, por eso, la idea de "ciencias ocultas": es una contradicción en los términos, como el

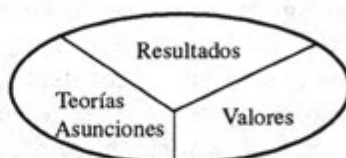
hielo frito. La ciencia es abierta, la ciencia es accesible; el proceso puede ser largo, pero no está en manos de ninguna casta cerrada. Es importante ver que esa necesidad de discutir genera la lógica. La lógica termina por ser la matriz de todas las ciencias.

El aprendizaje de la ciencia no puede restringirse al aprendizaje de resultados. La ciencia es mucho más que eso.

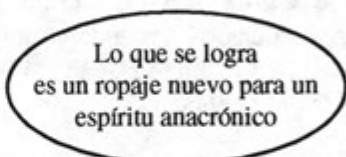
Si al aprenderse la ciencia no se construye simultáneamente una manera de pensar, una manera de ver, una imagen del conocimiento, una escala de valores, el aprendizaje de los resultados puede ser inútil para la producción científica.

La ciencia que se aprende en la actualidad en nuestras instituciones escolares es un conjunto de resultados y técnicas para resolver acertijos, que deja intacta la imagen de ciencia, los valores y las actitudes de los individuos. Se aprenden resultados pero se continúa asumiendo la ciencia y el conocimiento como son asumidos en el contexto social.

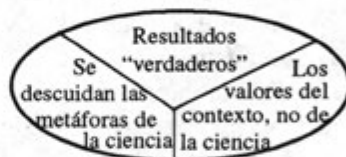
El aprendizaje de la ciencia para que sea también un aprendizaje en los valores de la ciencia, debe darse en un contexto democrático. Sólo así será posible vivir sus valores más característicos.



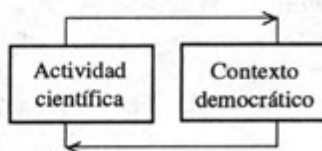
La ciencia



La enseñanza



Los énfasis



Cuadro N° 1

La pregunta que se deriva de estas consideraciones es, entonces, hasta dónde es posible construir tales contextos de trabajo, que a su vez, serían contextos de producción, y, en particular, hasta dónde la escuela y la sociedad pueden contribuir a ello. Es desde esta perspectiva que nos podemos plantear el problema de la cultura escolar frente al conocimiento.

Los argumentos anteriores se pueden ilustrar en el Cuadro N° 1. Para terminar esta primera parte, consideremos las problemáticas específicas de la clase, el problema de los contenidos y el problema de las actitudes.

SEGUNDA PARTE

ELEMENTOS PARA APROXIMARNOS A LA CULTURA ESCOLAR

LA RELACIÓN ENTRE EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y EL ALUMNO

Los problemas que se debaten en la clase son de muchos tipos. Notemos, para comenzar, cómo en la escuela estamos abocados, entre otras, a las siguientes problemáticas, que podríamos agrupar como de dos grandes tipos, la cuestión de la *didáctica* y los aspectos *actitudinales*.

1. En cuanto a la *didáctica* —problema que señalamos de inmediato por ser el que suele enunciarse como fundamental— la situación es que los alumnos no aprenden los resultados o contenidos que se les enseñan (los aspectos formales del paradigma). Después de cursos aprobados exitosamente por los alumnos, frente a los fenómenos cotidianos más simples (la caída de un cuerpo, por ejemplo) los alumnos continúan razonando como si nunca hubiesen ido a la clase de ciencias.
2. En cuanto al aspecto *actitudinal*, señalemos las problemáticas en términos de *lo distantes que son para el alumno la clase y el conocimiento*
 - A) Para los alumnos, la ciencia que se enseña (y que se aprende) es algo *distante* en el tiempo y en el espacio. La ciencia que se enseña procede de otros tiempos y de otras latitudes.
 - B) Tanto para maestros como para alumnos, la ciencia que se enseña (y que se aprende) es también un conocimiento *distante* para abocar los problemas

cotidianos, los problemas verdaderos. Tales problemas se continúan resolviendo, a pesar de la escuela, por estrategias derivadas del sentido común. Contrariamente a lo que podría suponerse, las prácticas de laboratorio suelen distanciar aún más los aprendizajes respecto de la realidad.

- C) Por otra parte, la ciencia (como acto de creación) que se enseña (y que se aprende) es también algo *distante* del individuo que la aprende. Difícilmente un individuo puede verse a sí mismo (o ver a un compañero) como un posible protagonista en la creación científica. Se enfatiza tanto en lo especializadas que son las formas de trabajo y de razonamiento que caracterizan la actividad en las ciencias, que se descuidan las formas de razonamiento espontáneas de los alumnos y de los individuos en su vida de todos los días⁹. Se enfatiza tanto en la genialidad de las intuiciones que sirven de marco a los grandes “descubrimientos”, y se hace tanto énfasis en las deficiencias de las formas de explicación de quien aprende, que su posibilidad de producción es cada vez más remota.

⁹ Con respecto a las formas de razonamiento, sería interesante conocernos mucho más a nosotros mismos. Existen algunos trabajos que apuntan a plantear las diferencias que existen cuando se abocan problemas entre quienes pertenecen a la tradición de occidente (más analíticos) y nuestras sociedades ancestrales (más sintéticos e intuitivos, ver, por ejemplo, Álvarez, M. T. 1992). Por otra parte, las formas lineales de exposición y enseñanza transcurren sin considerar las formas alternativas y divergentes que utilizan los alumnos para solucionar problemas, a veces ricas en posibilidades incluso para los propios propósitos de la clase y de lo que se quiere enseñar (ver Segura, 1994).

Los problemas de la didáctica: La aproximación a las formas de explicación contemporáneas, desde las formas espontáneas de explicación.

En cuanto a la enseñanza de las ciencias, en su relación didáctica, algunos de los trabajos más contemporáneos (por ejemplo, Giordan, 1990, Guidoni, 1985), enfatizan la idea de aproximación paulatina a los paradigmas contemporáneos, en contraposición a la concepción de enseñanza usual que intenta en el aula el paso de un no saber a un saber definitivo ¹⁰. Mientras Giordan hace hincapié en la construcción de modelos de explicación aproximados mediante la modelización permanente basada en el conflicto y la confrontación, Guidoni enfatiza la posibilidad de utilizar el pensamiento por analogía y, por ello, en la conveniencia de enriquecer estas analogías y de tomar como punto de partida "el pensamiento natural" de los alumnos.

En estas líneas de trabajo, las investigaciones en nuestro medio son realmente escasas. Carecemos de datos confiables que den respuesta a preguntas tales como ¿Cómo explican nuestros alumnos la fenomenología cotidiana? o ¿Cómo razonan los estudiantes, cuáles son sus estrategias para resolver los problemas que se plantean en clase, diferentes a los algoritmos y razonamientos hechos?

¹⁰ La insistencia en tratar de lograr a nivel medio (y menos, a nivel básico) el aprendizaje de resultados inspirados en la ciencia contemporánea confluye en la creación de obstáculos adicionales para aprendizajes futuros. En primer lugar suelen aprenderse palabras en vez de explicaciones significativas, en segundo lugar, se promueven generalizaciones abusivas, articuladas muchas veces con analogías pobres o equívocas y por último, se aprenden estereotipos inútiles tales como fórmulas, definiciones y clasificaciones.

El primer dato es importante si se quieren plantear opciones de clase que partan de las ideas de los alumnos (sus explicaciones, sus concepciones, sus pre-teorías). El segundo, puede ser enriquecedor si se quiere reconocer la importancia del pensamiento divergente y buscar alternativas didácticas que proyecten y potencien la intuición a problemas cada vez más elaborados.

Con respecto a la problemática de la didáctica, existen puntos en que algunos investigadores en la enseñanza de la ciencia parecen coincidir.

1. Con respecto a la enseñanza, debemos renunciar a incluir como "contenidos" una lista extensa de resultados de la ciencia contemporánea. En realidad con respecto a los contenidos parece ser que aparte de un cuerpo muy reducido de ideas generales¹¹ (Halbwachs, F, 1975), lo demás debe estar disponible en bancos de datos y centros de información que deben saberse utilizar cuando se requieran.

¹¹ Al referirnos a los contenidos, sostenemos que deberían incluirse ideas generales coherentes con la ciencia y la tecnología contemporánea. Asuntos como la comprensión de las diferencias entre lo analógico y lo digital, la construcción de una visión del mundo basada en la auto-regulación y la homeostasis, la comprensión del mundo sobre la base de las interacciones (en oposición a las propiedades), el estudio de la evolución y la diversidad, en oposición a las taxonomías, la valoración de la diversidad por oposición a las clasificaciones empobrecedoras, entre otros, son más que temas, tal vez se trataría de perspectivas, que permitirían ver la realidad de una manera distinta y prepararnos para estudiar las problemáticas contemporáneas y, dentro de ellas, las posibilidades de desarrollo del país. Creemos que una concepción del mundo que supere la mirada clásica que se articula con los procesos reversibles, podría ser mucho más rica. Podríamos ver entonces no un universo determinista, sino el juego de múltiples variables en un telón de fondo de azar e interacciones, mucho más rico para aproximarnos, por ejemplo, a la comprensión de la evolución.

2. Ahora bien, en cuanto a los resultados que se enseñan (contenidos), debería buscarse más la aproximación a los modelos (p. ej. imágenes) construidos por la ciencia moderna, que a los algoritmos. En este sentido juega un papel fundamental el pensamiento por analogía. Se trata de hacer significativo a partir del modelo, el fenómeno o situación para, por ejemplo, hacer previsiones. Ahora bien, los modelos son una estrategia que se ha utilizado desde siempre, el punto novedoso es la búsqueda de modelos que, a la vez, se articulen con las representaciones de los alumnos y no se constituyan en obstáculos para una formalización ulterior (Giordan, op. cit. p 217).
3. Por último, recientemente se insiste mucho más en lograr “un cambio de mirada” de parte del alumno, frente a los problemas que estudia, o a los fenómenos o situaciones que lo inquietan. En términos de Gil-Pérez (1986), se trataría de superar la metodología de la superficialidad, esto es, la metodología de lo evidente, de lo inmediato y acceder a la metodología científica (¡que no es el método científico!).

EL PROBLEMA DE LAS ACTITUDES: EL CONTEXTO

El problema del contexto, a diferencia del problema de la aproximación a los resultados de la ciencia contemporánea, al que nos referimos antes, se plantea muy rara vez por los estudiosos de la enseñanza de la ciencia; incluso en revistas que dan cuenta de investigaciones internacionales, este problema no se menciona, o se menciona muy rara vez. Cuando se hace referencia a él, por ejemplo, al tratar sobre el ambiente de la clase —como lo hace Giordan— se justifica como estrategia didáctica para propiciar conflictos que conducirán a enunciados, esto es, a propuestas de explicación cada vez más elaboradas y más próximas a las explicaciones disciplinarias.

Desde nuestro punto de vista, la construcción de un contexto deliberativo y de búsqueda colectiva, es, por una parte el aspecto

fundamental para superar los distanciamientos y pasividad a que nos referimos antes y por otra, para lograr como lo anota en la cita anterior Bronowsky, los valores más característicos de la actividad científica: *justicia, honor y respeto* entre hombre y hombre. Parafraseando a Bronowsky, podríamos decir que si estos valores no existen, en la escuela no es posible la práctica de la ciencia.

Este planteamiento nos conduce a posiciones extremas en cuanto a la organización escolar, a la organización del aula y, en particular, en cuanto a las metas que deben buscarse al emprenderse la enseñanza de (en) la ciencia.

Ante todo, más allá del ambiente que se construya en la clase, que como lo anotan investigadores de las más diversas latitudes, debe ser deliberativo y de búsqueda colectiva, es necesario enfatizar en el ambiente escolar (en el ambiente educativo) como totalidad. Recordemos que es este ambiente el que podrá propiciar u oponerse a la posibilidad de producción de conocimientos. En este sentido, la lucha enorme que debe proponerse es contra el dogmatismo. El que una sociedad productora de conocimientos deba ser una sociedad democrática (ver cita anterior de Bronowsky) plantea una problemática muy compleja pues la democracia no es una forma espontánea de organización. Podría decirse que la instauración de una sociedad democrática requiere de imposiciones violentas, al menos en nuestras sociedades dogmáticas y autoritarias. ¿No es acaso más "natural" cumplir (obedecer) órdenes que actuar de manera responsable? ¿No es acaso más "eficiente" dar las respuestas que permitir la búsqueda? ¿No es acaso más "cómodo" que nos comuniquen los reglamentos a que nos impliquen en la construcción de formas de convivencia?

Un ambiente educativo organizado sobre la base de reglamentos y manuales "soluciona" los problemas que se presentan en la escuela mediante prescripciones (Moreno y otros, 1993). Aunque, en términos de tiempo, esto sea más eficiente, tal hecho a la vez que evita que

sean los propios actores, esto es, quienes están involucrados en el problema, los que busquen las soluciones, escamotea la responsabilidad tanto de quien aplica el reglamento como de quien debe asumirlo.

Un ambiente educativo en el cual existe alguien que posee la verdad (en cuanto a la normatización o en cuanto al conocimiento) conduce al dogmatismo. Las búsquedas se convierten, en el mejor de los casos, en laberintos¹², esto es, en muchos caminos obstaculizados por los errores, con una sola salida, que alguien conoce de antemano y que es la única posible.

Las vivencias de conocimiento¹³ y las vivencias de vida en sociedad.

A nuestro juicio, tanto las problemáticas que se derivan de lo didáctico, como las consideraciones acerca del contexto, apuntan a la necesidad de hacer de la escuela un entorno en el cual sean posibles no solo las vivencias de conocimiento sino las vivencias de la vida en sociedad, esto es, las vivencias democráticas, que las enmarcan en una posibilidad mas amplia de significación. Mientras con las vivencias de conocimiento queremos recuperar al pensador imaginativo que ve problemáticamente la realidad y aboca optimistamente los problemas y el trabajo colectivo, con las vivencias de la vida en sociedad creemos que se promueve la constitución de un contexto propicio para la producción cognoscitiva y el sentido de protagonista como sujeto social.

¹² Agradezco a la Fabio O. Arcos -docente de la Escuela Pedagógica Experimental- por esta metáfora, planteada por él para ilustrar las dudosas ilusiones del constructivismo.

¹³ La concepción de "vivencias de conocimiento" es desarrollada por Federici, C. y otros (1984) desde la perspectiva fenomenológica.

Al referirnos a un ambiente democrático no estamos abogando por prácticas de la democracia representativa (consejos escolares, “elecciones populares”, etc.), sino por prácticas participativas a través de las cuales quienes sienten la necesidad de manifestarse ante un hecho de carácter público, pueden hacer uso de los canales y mecanismos existentes, o se atreven a crear otros, para modificar o influir en cambios o en transformaciones sociales. Para que esta actitud de protagonismo sea realmente formativa, tanto los problemas que se abocan como las soluciones que se proponen deben superar el terreno de lo ficticio y constituirse en casos que son verdaderamente problemáticos. En otras palabras, una sociedad (escolar) que desea construir un ambiente democrático de participación y tolerancia, no debe eludir los problemas (por ejemplo mediante normas o reglamentos) sino asumirlos, tratándolos en su singularidad. La cultura escolar debe, pues constituirse como una totalidad, dentro de los parámetros de una sociedad posible. Si se proponen ambientes propicios para que la autonomía y la libertad de pensamiento sean posibles para los alumnos, también ello debe ser posible para los maestros. Es por ello que, entre otras cosas, las condiciones espacio-temporales de la escuela deberán posibilitar el trabajo en grupo, el intercambio de opiniones, la discusión y reflexión sobre la cotidianidad y la escritura de testimonios y experiencias.

Por sus vivencias en el ambiente educativo el individuo deberá convencerse de la posibilidad real de ser un protagonista y ello depende de, al menos, tres elementos. En primer lugar de la *confianza* que haya construido en sí mismo y en particular en su propia racionalidad. En segundo lugar, de su *relación con su entorno*, que sostenemos, ha de ser de optimismo; de un optimismo fundamentado en la verdad, en el convencimiento de que existe un futuro en su perspectiva personal y en su perspectiva como miembro de una nación cuyo desarrollo es una realidad (es un hecho). En tercer lugar, de su formación, que le permitirá a la vez, ver problemáticamente su entorno como abocar exitosamente verdaderos problemas y trabajar en equipo.

LA CLASE Y LAS VIVENCIAS DE CONOCIMIENTO

La concepción de "vivencia de conocimiento" es una aproximación que articula las consideraciones derivadas de la didáctica, de la actitud y que podrían contribuir a la constitución en el aula de un ambiente propicio para la creación científica. En la base de su concepción existe la exigencia porque la clase sea coherente a la vez, conceptualmente y en cuanto a pertinencia.

Cuando sostenemos que la clase debe ser coherente conceptualmente, nos referimos a que su desarrollo debe tener en cuenta las explicaciones espontáneas (pre-teorías) de los alumnos frente a las situaciones problemáticas (conflictivas) que son objeto de estudio en la clase. Y tenerlas en cuenta no significa que se conozcan de antemano, ello sería imposible. Se trata más bien de crear un ambiente de trabajo que permita la libre expresión, la libre búsqueda, la posibilidad de controvertir y de argumentar, el trabajo en colectivo y el respeto mutuo, condiciones que permitirán buscar sin temor a errar.

Cuando, por otra parte, propiciamos que exista una tensión de interés entre lo que se hace en clase y las inquietudes e intereses de los alumnos, tampoco queremos decir que deba esperarse la "lista de intereses" de cada uno de los alumnos para luego seleccionar los temas que más interesan al grupo. El asunto es que los maestros deberán conocer tanto a sus alumnos, su entorno y su cotidianidad, que puedan proponer actividades interesantes para ellos.

Estas dos condiciones, como punto de partida, permiten pensar en la posibilidad de organizar el aula en un ambiente de participación y de compromiso con la búsqueda. Con relación a la distancia que puede existir entre las formas de explicación espontáneas y las teorías científicas aceptadas, no puede haber ninguna aprehensión. El ambiente de la época y el influjo de la tecnología y de los medios de

comunicación son una garantía para asegurar que las explicaciones que se proponen se encuentran usualmente en la ruta de lo razonable, desde una racionalidad occidental. Se trata, en verdad, de la incidencia del paradigma epistémico a que nos referimos antes.

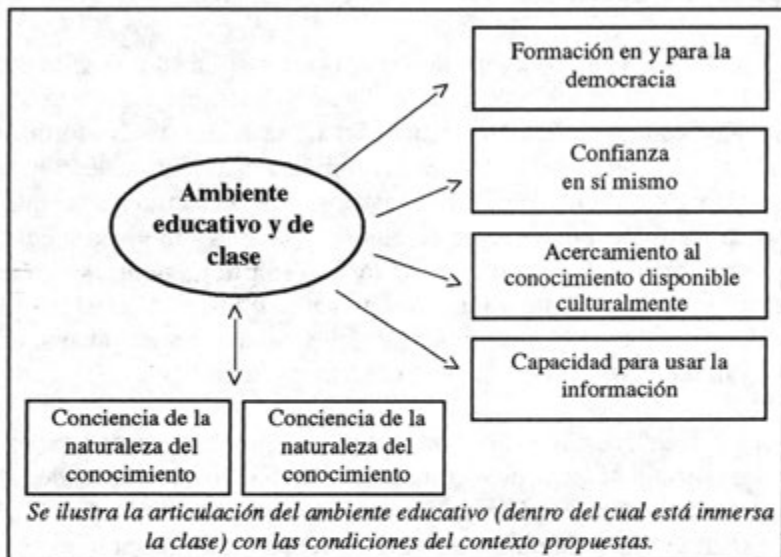
Ahora bien, el desarrollo de la clase bien puede describirse como una búsqueda colectiva mediante la cual, el grupo logrará soluciones a los problemas planteados utilizando todas las formas de trabajo posibles y las fuentes de información que se encuentren a su disposición: bibliotecas, laboratorios, especialistas, etc. Lo que se construye explícitamente es entonces la solución al problema particular que se estudia, pero lo que implícitamente se está construyendo es mucho más, es una actitud, una constelación de valores y sobre todo una mirada de sí mismo, que permitirán que el individuo se vea a sí mismo con confianza y seguridad.

Cuando se plantea la clase como una búsqueda verdadera, en su desarrollo se presentan ocasiones muy nítidas para aprender a prever, a diseñar y a planear, que son valores típicos de la ciencia y la tecnología contemporáneas. Al mismo tiempo, cuando las búsquedas son colectivas y se permiten las interpretaciones y explicaciones divergentes, entonces afloran las ocasiones de argumentación y polémica. Sin embargo, esto sólo es posible cuando existe una intencionalidad en las búsquedas, esto es, cuando los problemas que se estudian tienen sentido para los alumnos.

EL AMBIENTE EDUCATIVO Y EL AMBIENTE DE LA CLASE

Con lo anterior, queremos reafirmar que si se quiere realmente incidir en la formación de una cultura escolar que apunte a la formación en la ciencia contemporánea, es necesario pensar tanto en la didáctica, propiamente dicha, como en el ambiente educativo, esto es, en la escuela como totalidad. La construcción de un ambiente

de libertad de búsqueda en el aula, requiere de un ambiente democrático en la escuela. Los dos problemas se articulan íntimamente (Ver diagrama, tomado de Segura y otros, 1994).



Cuadro N° 2

En este sentido, deberíamos ir mucho más lejos. La sociedad debería organizarse también para que la imagen de conocimiento que construyen nuestros niños y jóvenes supere el nivel de simple consumo y la juventud pueda verse en la perspectiva de creadores e innovadores, esto es, de protagonistas. Mientras la ciencia que se está haciendo por nuestros equipos de laboratorio no sea noticia, mientras no conozcamos las posibilidades que existen para el país y para los individuos a través de la investigación científica (en bio-tecnología, en superconductividad, en biología, en medicina, en antropología, en genética, en tecnología, etc.) y que está demostrada por los resultados que se logran todos los días, no será posible ni ver la ciencia como posible, ni valorar sus posibilidades, ni sentirnos capaces de hacerla nuestra.

TERCERA PARTE

EJEMPLOS ANECDÓTICOS

Veamos a continuación varios ejemplos que ilustran actividades de aula orientadas desde la perspectiva que proponemos.

CASO DE LAS MOSCAS (ALUMNOS DE 5º AÑO DE E. BÁSICA PRIMARIA, TOMADA DE SEGURA Y OTROS, 1994)

Cuando se estudiaban las moscas, un niño (Carlos) se convirtió de cierta manera en un especialista. La pregunta acerca del vuelo de tales insectos había quedado abierta. Un día Carlos solicitó un tiempo para exponer "*algunas cosas sobre el vuelo de las moscas*". Y tal solicitud fue avalada por un grupo numeroso de compañeros con quienes seguramente él ya había comentado antes, lo que pensaba exponer, quienes cuando el maestro asintió al pedido, estaban plétóricos de alegría (o de satisfacción).

Es que las moscas tienen debajo de las alas grandes, dos alas pequeñas que son las que determinan la dirección del vuelo. Miren, si nosotros le quitamos a esta mosquita esta ala, cuando vuela, lo hace para este lado, y solo para este lado". Y al hacerlo, con una habilidad impresionante "amputó" el ala, y procedió a dejar en libertad al animal.

"En cambio, si quitamos la otra, vuela para el otro lado". Y acto seguido hizo lo descrito.

"Y si quitamos las dos alitas, dejando las grandes, la mosquita no puede volar".

El espectáculo era increíble, el maestro jamás había pensado en ello, los compañeros estaban dichosos, incluso aplaudieron.

¿Qué más se puede pedir? ¿Es claro que esto no está incluido en ningún plan de estudios del mundo. Pero es, tal objeción, una objeción seria?

- *LOS COLORES DE LA LLAMA (MUCHACHOS DEL GRADO 10º, EN CLASE DE QUÍMICA. TOMADO DEL CUADERNO DE APUNTES DE ADELA MOLINA, 1993)*

Estando en el laboratorio los muchachos observaron que diferentes sustancias ardfan con llamas de diferentes colores.

—Tratemos de explicarlo, insistió la maestra. Esta pregunta llevó a los muchachos a investigar en la biblioteca, a consultar con especialistas. En fin, lo único claro era que la explicación se relacionaba con la estructura atómica de las sustancias.

El grupo se dividió en sub-grupos. En particular hubo quienes decidieron consultar con especialistas en el asunto: los polvoreros, otros consiguieron opciones de profundización en la Universidad, solicitando ver los espectros de emisión de sustancias simples (en tubos de descarga en gases).

Al final, por iniciativa de los primeros estudiaron unos cuantos elementos químicos, la historia de la pólvora, fueron capaces de fabricar un “volador” y se familiarizaron con el lenguaje “técnico” del polvorero. Los otros comprendieron y expusieron a sus compañeros una manera de identificar las sustancias mediante sus espectros y en particular, mostraron cómo se podía establecer la composición de las estrellas distantes.

En la actividad comprendieron cómo se hace uso de la información que existe en los libros, cómo se traduce tal información en montajes experimentales, cómo se establece comunicación con personas como los especialistas (polvorero y profesores de la universidad).

No se trata pues, de construirlo todo. Debemos saber utilizar la información existente. Lo que debe construirse es una actitud de búsqueda y una confianza en qué podemos hacer: una confianza en nuestra racionalidad.

No hay ciencia sino mediante una escuela permanente. Esta escuela es la que ha de fundar la ciencia. Entonces los intereses sociales se invertirán definitivamente: la sociedad se hará para la Escuela y no la Escuela para la sociedad.

Bachelard (op. cit. 297)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, M.T. (1982) La enseñanza de las ciencias en el contexto cultural. En *Revista de investigaciones. Universidad de Nariño*. San Juan de Pasto.
- BACHELARD, G. (1975). *La formación del espíritu científico: contribución a un psicoanálisis el pensamiento objetivo*. Siglo XXI Eds. Buenos Aires.
- BATISTA, RESTREPO y otros, 1993, Calidad y futuro de la educación en la región de planificación del occidente colombiano. Lectura y análisis de entorno. *U. de Antioquia, Corpes de Occidente*. Medellín.
- Bronowsky, J. (1965). *Science and Human Values*. Harper Torchbooks, New York.
- ELKANA J. (1983). La ciencia como sistema cultural: Una aproximación antropológica. *Boletín de la sociedad colombiana de epistemología III, 10-11*. Bogotá.
- FEDERICI, C. y otros (1984) El problema de la formación de una actitud científica en el niño a través de la enseñanza de las matemáticas y de las ciencias naturales en la escuela primaria. *Proyecto Colciencias 5-12-80*. Bogotá.
- GEYMONAT, L. (1972). *Filosofía y filosofía de la ciencia*. Nueva colección Labor. Barcelona.
- GIL-PÉREZ, D. (1986) La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias N° 4, 2*.
- GIORDAN, A y de Vecchi, G. (1988). *Los orígenes del saber* Ed. Diada. Sevilla.
- GUIDONI, P. (1985). Conferencias en el *Centro Internacional de Física*. Universidad Nacional CIF.

- HALBWACHS, F. (1975). La física del profesor: entre la física del físico y la física del alumno. En *Psicología Genética y aprendizajes escolares*. Siglo XXI Eds.
- KUHN, T. (1974). *The structure of scientific revolutions*. The University of Chicago Press. Chicago.
- MOLINA, A. y otros (1993) Las imágenes del conocimiento y sus implicaciones pedagógicas. *Tesis de Maestría, U. Javeriana Programa de educación*. Bogotá.
- MOLINA, A. y otros, (1994) Informe final del proyecto exploración de una posibilidad de aplicación de una alternativa para la enseñanza de las ciencias en el nivel de básica primaria, inspirada en las actividades totalidad abiertas. *COLCIENCIAS -1402-10-001-90*.
- MORA, W. (1993) Las actitudes de los estudiantes hacia la imagen de las ciencias: una estrategia metodológica para el mejoramiento. *Tesis de Maestría. Universidad Pedagógica Nacional. Departamento de Química*. Bogotá.
- MORENO, G. y otros (1993) El ambiente educativo. En *Planteamientos en Educación Vol 2 N° 2*. Santafé de Bogotá.
- MORIN, E. (1986). *El método (V.1): La naturaleza de la naturaleza*. Cátedra Eds. Madrid.
- PIAGET, J. y García, R. (1984). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Siglo XXI Eds. Méjico.
- PORLÁN, R. (1989) Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los maestros. *Tesis Doctoral, U. de Sevilla, Departamento de didáctica de las ciencias*.
- SEGURA, D. (1993) *La enseñanza de la Física, dificultades y perspectivas*. Fondo Editorial, Universidad Distrital.

_____ 1994, El pensamiento de los alumnos: testimonios de clase (elementos para una discusión). *En Investigación en la escuela*. N° 23. Sevilla.

_____ 1994-a, Constructivismo, ¿construir qué? Colección Polémica, Escuela Pedagógica Experimental, Bogotá.

TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana I. El uso colectivo de los conceptos*. Alianza Universidad Eds. Madrid.

VILLAVECES, J.L. (1992) Vino fresco en odres viejos: Conferencia del ciclo *Encuentro con el futuro*. CEPE

ZULETA, E. (19) La participación democrática y su relación con la educación.

¿QUÉ CURRÍCULO PARA LA
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS? BASES
PARA DISCUTIR Y ELABORAR SU
DISEÑO

Montse Benlloch.

IMEB
Instituto Municipal de Educación de Barcelona

Hay dos intenciones explícitas en los documentos preparatorios de este congreso (Segura, J 1995; Gómez, V 1995; Charum, J 1995) que ponen de manifiesto cuáles son los deseos de cambio que deberían guiar la reforma: a) Establecer una enseñanza de las ciencias que sirvan al ciudadano, en la línea de conseguir un progreso educativo para alcanzar un progreso social. b) Cambiar o corregir la orientación academicista de la Enseñanza de las Ciencias tal y como se venía concibiendo hasta ahora.

De estas dos inquietudes, la primera remite a los objetivos de la enseñanza de las ciencias, la segunda remite a sus contenidos y métodos.

Voy a desarrollar mi exposición tomando a ambas como base para analizar los diferentes perfiles que puede adoptar el diseño de un currículum de ciencias para la primaria y la secundaria. Señalaré algunas de las condiciones necesarias para establecer un diseño adecuado tanto a las expectativas sociales como a las necesidades psicopedagógicas de los alumnos.

La bibliografía sobre el tema presenta diferentes propuestas, sugerencias, y supuestos sobre cómo elaborar un proyecto educativo para las ciencias. Lo que más abunda son análisis parciales que remiten a objetivos, procedimiento, métodos, líneas de actuación propuestas etc. Una visión abarcadora y articulada se encuentra en: "Tendencias Actuales en el Currículo de Ciencias" (Caamaño 1988). En este documento se describe un conjunto de componentes que configuran un modelo claro y flexible que puede ser una buena guía para analizar, sopesar, ajustar y elaborar algunas realizaciones concretas en los proyectos curriculares de esos deseos de cambio.

Por tratarse de un intento abarcador, hay que tomar este trabajo como una propuesta de carácter marcadamente ideal. No podemos esperar elaborar un currículo que funcione honestamente en la práctica con todo lo que este modelo tiene dentro, que es mucho y complejo. Más bien, lo que permite ese modelo es aproximarse a un

currículo equilibrado donde pueda repartirse el peso entre aquellos componentes elejidos.

La primera parte de mi conferencia tratará pues, con bastante osadía, de ofrecer un marco conceptual útil para pensar un Proyecto Educativo. En la segunda parte presentaré algunas orientaciones psicopedagógicas en la línea del constructivismo que podrían influir tanto en la práctica de los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias como en la misma elaboración de los proyectos curriculares.

DIMENSIONES FUNDAMENTALES DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Con la intención de organizar un marco conceptual para la elaboración de un proyecto de ciencias, Caamaño (1988) toma en consideración cinco dimensiones fundamentales de la enseñanza de las ciencias (Caamaño 1988) que deberán combinarse adecuadamente para constituir lo que podría ser un currículo equilibrado (Jiménez Alexandre 1992).

DIMENSIÓN DE LOS CONTENIDOS FACTUALES Y CONCEPTUALES

El objetivo educativo que preside esta dimensión es enseñar a los alumnos el cuerpo de conceptos, teorías y hechos conquistados por la ciencia. Se trata de transmitir los conocimientos más importantes y básicos de cada una de las disciplinas científicas. Tradicionalmente éste ha sido "el corpus" característico de la enseñanza de las ciencias, como también lo ha sido el de la historia y otras disciplinas que requieren aprendizajes conceptuales. Uno de los temas espinosos para la elaboración del curriculum será la de determinar qué núcleos conceptuales son los que finalmente se espera que adquieran los alumnos. Más adelante retomaremos esta inquietud.

DIMENSIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS O HABILIDADES

Tres aspectos subyacen a esta dimensión:

- 1) La forma particular que adopta el pensamiento en ciencia.

La habilidad que se requiere para consolidar este objetivo se refiere por ejemplo a ser capaz de explicar fenómenos a partir de teorías, hacer inferencias adecuadas, establecer hipótesis, diseñar experimentos.

- 2) El papel de la comunicación de ideas y descubrimientos en el avance de las disciplinas.

Esto supone poseer habilidades tales como saber buscar la información en las fuentes oportunas y previas al trabajo experimental; saber comunicar verbalmente o por escrito ideas, hipótesis o conclusiones.

- 3) Las actividades prácticas específicas que se requieren para aprender ciencias.

Poder hacer actividades de observación específicas y sistemáticas empleando los instrumentos adecuados. Medir con exactitud, emplear las unidades adecuadas, llevar a cabo experimentos con seguridad.

DIMENSIÓN DE LAS ACTITUDES

Aquí siguiendo a Hodson (1985) se pueden distinguir el siguiente grupo de actitudes:

ACTITUDES SOBRE LA CIENCIA Y SU IMAGEN PÚBLICA

Se refieren a favorecer en los alumnos una actitud positiva sobre

la ciencia valorando los beneficios prácticos que puede ocasionar, así como hacer conscientes de las limitaciones y los riesgos que puede acarrear su uso perverso.

ACTITUD SOBRE LOS MÉTODOS DE LA CIENCIA

Valorar las ventajas de aprender a observar, clasificar, inferir, resolver problemas para transferir todas estas habilidades también a otras disciplinas y a la vida cotidiana, permitiendo hacernos más sistemáticos, objetivos y críticos.

ACTITUDES QUE CARACTERIZAN LA ACTIVIDAD DE LOS CIENTÍFICOS

Reconocer como valores de quienes hacen ciencia y de la actividad científica: la perseverancia, la creatividad, curiosidad, espíritu abierto, cooperación...

ACTITUDES SOBRE LAS IMPLICACIONES SOCIALES Y AMBIENTALES DE LA CIENCIA

Sentirse responsable sobre el medio ambiente, hacerse eco de los temas de debate científico: cambio climático, capa de ozono, contaminación de los mares, despoblación de las selvas.

ACTITUD SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Se supone que los alumnos podrán elaborar una actitud positiva sobre la ciencia si la disciplina les resulta interesante, de utilidad y satisfactoria. La metodología que se emplee en clase va a ser determinante para alcanzar este objetivo que constituye casi una condición *sine qua non* para conquistar los demás.

DIMENSIÓN CONTEXTUAL

Sería muy deseable que los alumnos fueran capaces de comprender la actividad de la ciencia en sus diferentes áreas de influencia. Para ello convendrá conocer la ciencia en los diferentes contextos donde ejerce esa influencia y que (Caamaño, 1988; Jiménez Alexandre, 1992) son los siguientes:

- a) El contexto de la ciencia pura.

Sería conveniente entender sus diferencias disciplinares y la lógica que alberga cada una de esas disciplinas, así como el conocimiento de su objeto de estudio específico.

- b) El contexto de la ciencia como actividad cultural.

Esto incluye conocerla en su dimensión histórica y filosófica de modo que ayude a comprender su contribución a la sociedad y al mundo de las ideas.

- c) El contexto de la ciencia aplicada.

Esto supone entender la ciencia como una actividad dirigida a resolver problemas prácticos. Conocer algunos de los efectos de la ciencia sobre el mundo del trabajo, del tiempo libre, de la supervivencia etc.

DIMENSIÓN METACIENTÍFICA

Para terminar, esta dimensión se refiere a objetivos no relacionados directamente con la ciencia misma, sino que corresponden más bien a la filosofía, a la historia y a la sociología de la ciencia. Por ejemplo, el conocimiento de la naturaleza de la

ciencia y de los procesos científicos, el desarrollo histórico de la ciencia y de la tecnología.

De toda esta serie de objetivos se desprende que la enseñanza de las ciencias puede ser vista como una disciplina que ofrece muchas entradas y ángulos distintos. Que puede ir más allá de una lista de conceptos que deben ser conocidos al fin de la escolaridad. Ahora bien, el modo de articular las diferentes partes y objetivos es lo que puede dar originalidad a un proyecto. Hacerlo, sin embargo, no parece fácil.

No se puede esperar que los alumnos alcancen todos los objetivos, ni es probable que la práctica del curriculum pueda contenerlos sistemáticamente. Hay que tratar de no caer en una tentación bastante frecuente entre quienes diseñan proyectos: la de establecer una sobreabundancia de contenidos y objetivos.

Harlen (1992) ahondando en este riesgo lo analiza a partir de un estudio sobre los objetivos implícitos o explícitos que se encuentran en los proyectos de ciencias de primaria. "Los principales grupos de objetivos fueron los usuales: el conocimiento y la comprensión por una parte; las habilidades y las actitudes por la otra. Para cada uno, sin embargo, había dos tipos de afirmaciones: las relativas al saber *sobre la ciencia* como empresa y las relativas al *tomar parte* en la ciencia durante el aprendizaje. Así por ejemplo algunos objetivos incluyen conocimiento y comprensión del método científico y del papel de la ciencia en la sociedad. Al mismo tiempo otros tópicos hacen referencia a conocimiento y comprensión del medio natural próximo y de las ideas científicas básicas. Las habilidades pueden incluir tanto saber utilizar la ciencia en el contexto de problemas cotidianos (energía, suministro de alimentos vivir y crecer) y el desarrollo o adquisición de las destrezas científicas de investigación y de habilidades manuales. Actitudes científicas como la curiosidad, el respeto por la evidencia, la búsqueda de la verdad, son mencionadas con muy poca frecuencia si se comparan con las actitudes *hacia la ciencia*" (Harlen, 1992). Esta autora critica la

sobreabundancia de propósitos y afirma que ésta puede contribuir al fracaso en la educación científica. Los maestros, quienes tienen que traducir el currículum en una práctica real, pueden paralizarse frente a una exigencia demasiado apremiante.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE CONTENIDOS DEL CURRÍCULO

El otro aspecto básico que conviene tener en cuenta para la elaboración de un proyecto educativo son los criterios de selección de los contenidos. Para traducir estos objetivos en un cuerpo de contenidos claros es necesario adoptar algún criterio de selección para los mismos.

Caamaño emplea el término contenido en sentido amplio; se refiere tanto a hechos, conceptos, sistemas conceptuales, como a procedimientos, habilidades, destrezas, técnicas y métodos, y también a valores, actitudes y normas.

La decisión de qué contenidos incluir en un proyecto educativo de ciencias para formar a ciudadanos en la cultura científica, ha sido el objeto de un gran debate entre aquellos que quieren un cambio en la enseñanza de las ciencias. En este debate no hay consenso sobre cuáles deben ser los contenidos del núcleo común del área de ciencias para todos los alumnos hasta los 16 años.

Lo que parece caracterizar los programas es la sobrecarga de contenidos, habitualmente referidos a conceptos de la "ciencia pura". En los últimos años hay una tendencia a aumentar el ámbito de la formación en ciencias a dominios relacionados con la tecnología, la sociología y la historia de la ciencia. Ésto a la hora de buscar criterios de selección de los contenidos viene a complicar un poco más el panorama.

Hay tres grandes criterios (Coll, 1987) que necesariamente influirán a la hora de decidir qué contenidos se incluyen y cuáles se excluyen de un proyecto:

CRITERIO EPISTEMOLÓGICO

El conocimiento de la estructura de las disciplinas permite comprender qué contenidos son más centrales y cuáles secundarios. No sería adecuado traspasar la estructura de cada disciplina a la ciencia escolar, porque hay que tener en cuenta otras variables que comentaremos enseguida. Pero, por ejemplo, tomar como un contenido básico la Teutónica Global (Jiménez Alexandre 1992) que constituye un marco interpretativo básico para las ciencias de la tierra es un criterio relevante. Haber sustituido la descripción de los grupos taxonómicos sobre seres vivos por un enfoque centrado en el estudio del medio ambiente o ecosistemas parece justificado también desde esta perspectiva del avance de la ciencia.

CRITERIO SOCIOLÓGICO

Tomar en cuenta las necesidades que desde un punto de vista social se plantean, por ejemplo, incluir contenidos útiles para la vida cotidiana, relacionados con la salud, la educación medioambiental, campañas antitabaco, educación sexual, epidemias, SIDA etc.

CRITERIO PSICOLÓGICO

Conocer las dificultades de los contenidos desde el punto de vista cognitivo. Qué obstáculos deben vencer los alumnos para conquistarlos. Qué aprendizajes específicos requieren. Con qué conocimientos llegan a clase y cómo van a interferir en la adquisición de los conocimientos científicos. Las relaciones entre la demanda de las tareas o actividades y la capacidad cognitiva de los alumnos. Este criterio permite entre otras cosas establecer pautas para la secuenciación de contenidos.

Si lo que se pretende es elaborar un currículo equilibrado, entonces la lista de objetivos descrita más arriba puede orientarse

para evitar que la agrupación de contenidos sea demasiado sesgada. Sin embargo conviene tener presente que muchos proyectos de ciencia caen en una disyuntiva donde dominan algunas de estas opciones:

CONCEPTOS O PROCESOS

En relación con la primera disyuntiva “conceptos o procesos” Millar y Driver (1987) muestran cómo se puede rastrear en la historia la alternancia de uno u otro principio, y cuyo último ejemplar en Inglaterra se presenta en el proyecto Nuffiel donde el énfasis se coloca en la necesidad de enseñar los procesos de la ciencia. El origen de ese énfasis hay que buscarlo en el positivismo que dominó durante mucho tiempo la filosofía de la ciencia. La idea que el conocimiento deriva directamente de la experiencia a condición que se apliquen las oportunas reglas de inferencia, ha sido ampliamente rebatida desde la misma epistemología entre otros por Kuhn, Lakatos y Popper.

No hay consenso sobre cómo se produce el conocimiento científico. Pero coincidiendo con el constructivismo en psicología hay acuerdo en que son las teorías de los científicos y de la ciencia las que dominan ese proceso de producción más que el andamiaje lógico que guía las inferencias experimentales.

La confianza en que enseñando los procesos de la ciencia: observar, clasificar, hacer hipótesis, se pueda inferir el conocimiento científico, se ha perdido. Esto no debe invalidar, sin embargo, la oportuna incorporación de estas habilidades en las clases de ciencias.

Hoy se piensa en enseñar conceptos más que en esperar que los alumnos los infieran desde la adquisición de una metodología científica.

CONTENIDOS DE CIENCIA PURA O CIENCIA APLICADA

El impacto social de las actividades de la ciencia y tecnología marcan una nueva tendencia de los currículos. Ese impacto es imparable y hay una clara conciencia de la necesidad de preparar a los alumnos para afrontarlo. La ciencia pura da paso a la enseñanza de la ciencia aplicada.

El propósito de la educación científica en mi país es educar ciudadanos y preparar a los alumnos como futuros profesionales. Las ciencias tienen que ser útiles a toda la población escolar. Es en este contexto donde la relación Ciencia, Tecnología, Sociedad tiene sentido.

Algunos proyectos alineados en esta dirección (Mc Cornell 1982; Lewis 1981; Solomon 1983 b) proponen una educación CTS que enfatiza la ciencia y tecnología como agentes de cambio social y económico en tópicos como: recursos agrícolas, uso de las energías eólica y solar, uso de los océanos.

Desde un punto de vista pedagógico, la enseñanza de temas CTS ofrece muchas ventajas educativas. Una de las virtudes de enseñar temas CTS es que ofrece ocasiones para practicar un gran número de habilidades de comunicación (buscar información, discutir, leer, hacer encuestas, redactar informes, hacer hipótesis, tomar decisiones). Estas habilidades de comunicación exigen un ejercicio de tolerancia, aceptar la diversidad de opiniones, aceptar la controversia, reconocer la imperfección de las decisiones y cierta impredecibilidad de los resultados. Todo ello contribuye a presentar el lado humanizado de la ciencia.

Los problemas que hay que considerar para elaborar temas CTS son: a) Equilibrar la cantidad de conceptos de ciencia, tecnología, economía, etc. b) Posibilitar en los centros la preparación interdisciplinaria que exige este tipo de programas, entre los diferentes profesores. c) Estar dispuestos a establecer en clase una dinámica

activa, no siempre fácil de dirigir ya que estos temas exigen discusiones, debates, representaciones, juegos de simulación.

CIENCIA SEPARADA / CIENCIA INTEGRADA

Frente a la opción tradicional de presentar las disciplinas científicas por separado con un curso escolar de dedicación y estructuración de contenidos de acuerdo con su lógica interna, otra opción arraigó en muchos currículos. Se trata de la ciencia integrada. Ésta se organiza en función de núcleos conceptuales comunes que estructuran temas de las diferentes disciplinas (la unidad del universo) o bien los métodos de la ciencia como la unidad de experimentación característica (que requiere observar, clasificar, hacer hipótesis, sacar conclusiones).

En mi país se ha optado por elaborar temas de ciencia integrada en la primaria y los primeros años del bachillerato obligatorio y dejar para la secundaria la separación por disciplinas.

OBLIGATORIEDAD / OPCIONALIDAD

Dos opciones extremas son: obligatoriedad de todos los contenidos para todos los estudiantes (En Inglaterra lo son a partir de los 14 años) o libertad de elección de temas en cada centro.

Tradicionalmente en la secundaria se han impartido asignaturas anuales con un solo título (Biología, Física y Química). Una alternativa a esta forma de organizar el currículo es darle una estructura modular. En el caso del currículo de Cataluña ésta ha sido la opción elegida para la reforma. No así en el resto del estado Español que sigue impartiendo asignaturas anuales.

Una de las dificultades que supone adoptar una opción modular es decidir qué contenidos son básicos.

En Cataluña en el diseño experimental del currículo se han elegido tres módulos que son obligatorios para los alumnos de ciclo 14-16 años, al final de la etapa del bachillerato obligatorio: El medio natural (vegetación y relieve) la energía y los materiales (que agrupa ciencias naturales, física y química). El resto de módulos es a elegir entre los centros, profesores y alumnos. La tendencia general es a aumentar la opcionalidad progresivamente hacia los cursos superiores. El mayor problema de una opción semi obligatoria como la que se plantea Cataluña es decidir cuáles son los contenidos que deben formar parte de los módulos comunes.

CONSTRUCTIVISMO Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Uno de los criterios mencionados más arriba y que debería tenerse en cuenta para estructurar un currículo de ciencias es el psicológico.

Aunque no es conveniente esperar mucho de un currículo básicamente estructurado de acuerdo con un esquema psicológico es necesario conocer el alcance de algunas investigaciones que afectan directamente los procesos de enseñanza aprendizaje en el dominio de las ciencias.

Las investigaciones sobre ideas intuitivas, implícitas o alternativas a las científicas producto del conocimiento "natural", en el sentido de no predeterminado por la instrucción, han constituido un área de estudio muy frecuentada por los investigadores en enseñanza / aprendizaje de las ciencias. La especificidad de este dominio surge en un momento de auge y consenso sobre una perspectiva constructivista en educación. Pienso que el conjunto de estas investigaciones tiene consecuencias para la elaboración del currículo de ciencias. Por eso merece la pena presentar algunas de sus características y sus logros.

En esta perspectiva constructivista coinciden quienes dan mucha importancia a los aportes personales de los alumnos en los procesos de enseñanza aprendizaje. El aprendizaje es visto como un proceso activo en el cual el aprendiz trae un conjunto de ideas, esquemas o representaciones mentales a cada interacción con el medio. Según esta perspectiva el bagaje de 'inputs' que los alumnos reciben es organizado en su mente, de tal modo que cuando pedimos que se impliquen en la resolución de un problema (¿cómo conseguir que aumente la velocidad del péndulo?) en la elaboración de una explicación (¿de dónde salen los agujeros del pan?) en el establecimiento de una relación causal (¿por qué si caliente el aire aumenta el volumen de un globo?) podrán activarlo para elaborar una razón, una relación o una explicación.

De las explicaciones ofrecidas por los alumnos a menudo surgen ideas y conceptos erróneos desde un punto de vista científico (Figura 1) pero satisfactorios para sus autores ya que consiguen dar sentido a la situación, problema o tarea.

LO QUE DICE EL CIENTÍFICO. LO QUE DICEN LOS ALUMNOS.
INVESTIGACIONES AL RESPECTO

LO QUE DICE EL CIENTÍFICO	LO QUE DICEN LOS ALUMNOS	INVESTIGACIONES AL RESPECTO
Admite que la materia es discontinua, cualquiera que sea el estado en que se encuentre. Y su estructura microscópica es molecular.	Los sólidos y los líquidos tienen una estructura continua.	Novick y Nussbaum (1981). Brook, Briggs y Driver (1984) Llorens (1988). Stavy, Stachel (1985)
Admite la existencia del vacío entre partículas.	No hay vacío. Entre las partículas hay aire, calor, humo, vapor.	Nussbaum 1989. Furió, C. 1983. Borghy et al. 1988. Enciso, E. Llorens, J.A. Sendra, F. (1987). Llorens, J. A. (1988)
Admite que existe un movimiento de las partículas o moléculas.	La procedencia del movimiento es externa. El calor empuja a las moléculas, las hace subir.	Novick y Nussbaum (1981).
Admite que los efectos microscópicos no se corresponden a los cambios macroscópicos en la materia. No siendo atribuibles los efectos macro a lo micro.	Las partículas individualmente sufren los mismos efectos que la totalidad del cuerpo: se dilatan, cambian de temperatura, de volumen, etc.	Novick y Nussbaum (1978, 1981). Nussbaum (1985). Driver (1985). Hibbard y Novak (1975). Llorens, J. A.(1988). Furió et al (1983).
Admite que cuando dos sustancias gaseosas distintas se mezclan pueden interactuar para formar una tercera	Las partículas de diferentes sustancias gaseosas se suman no	Nussbaum (1985) Gabel, Samuel, Hunn. (1987)

Figura 1
Teorías cinético-moleculares sobre el aire. (Benlloch 1993)

Las ideas implícitas proceden de fuentes diversas pero siempre ancladas en el conocimiento adquirido en la vida cotidiana. Estas fuentes son entre otras: la propia experiencia directa y sensible sobre la realidad, el conocimiento obtenido mediante la interacción social, T.V, libros, conversaciones, también el adquirido en experiencias escolares anteriores.

Algunos ejemplos que a menudo identifican los profesores de ciencias pueden verse en la Figura 2.

- * Fotosíntesis y respiración son dos procesos paralelos, uno en vegetales y otro en animales.
- * Existencia de la generación espontánea.
- * El ambiente es el máximo responsable de las características de los seres vivos.
- * La respiración sólo consiste en la ventilación a nivel pulmonar.
- * La aparición de fósiles a gran altura siempre se explica como consecuencia del movimiento del nivel del mar, nunca de las montañas.
- * Confusión entre dureza y erosión. Un granito siempre se erosiona menos que una caliza.
- * No hay movimiento si no hay una fuerza en la dirección del mismo.
- * La fuerza realizada sobre un cuerpo en un instante dado se mantiene durante el movimiento.
- * La velocidad de caída libre de un cuerpo depende de su peso.
- * La energía se gasta.
- * El calor es una propiedad de los cuerpos.
- * En las reacciones químicas las sustancias permanecen, aunque cambien sus propiedades

Figura 2

Ideas comunes que se encuentran entre los estudiantes de la secundaria (12-16 años) C. Albadelejo y A. Caamaño (1992)

Las investigaciones sobre ideas intuitivas han llevado a reconocer una serie de rasgos comunes que a pesar de su diversidad temática caracterizan estas ideas. Algunos de estos rasgos se reúnen en la Figura 3.

- * Espontáneas y personales puesto que surgen de un modo natural en la mente de los alumnos como una elaboración propia del sujeto sin necesidad de instrucción previa.
- * Implícitas y por tanto inconscientes para el propio sujeto.
- * Ubicuas. Presentes en muchas áreas no sólo en las ciencias.
- * Científicamente incorrectas, ya que su grado de abstracción es limitado y están muy influenciadas por lo observable.
- * A menudo incoherentes y contradictorias entre sí. Así, situaciones o tareas que requieren un mismo tipo de ideas son resueltas empleando diferentes conceptos.
- * Persistentes a lo largo de las edades y resistentes al cambio mediante la instrucción.

Figura 3
Características comunes de las ideas intuitivas en ciencias
(Pozo y Carretero 1987)

Para que los supuestos del constructivismo tengan alguna utilidad en la elaboración tanto de un proyecto educativo como en su práctica, es conveniente traducir esos supuestos a los elementos concretos que son específicos de cada área. Concretamente en el área de ciencias nos lleva a buscar una mayor comprensión del conocimiento intuitivo con el que los alumnos se manejan en clase. En este nivel de análisis es necesario conocer la estructura de las ideas y teorías intuitivas, su origen y sus procesos de cambio.

LAS IDEAS Y EL PENSAMIENTO INTUITIVO DE LOS ALUMNOS EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

¿CÓMO ESTÁN ORGANIZADAS LAS IDEAS INTUITIVAS?

El examen que han sufrido las ideas intuitivas en ciencias, dando lugar a una prolífera bibliografía, puede producir un efecto de atomización que no se corresponde a la forma como ellas están organizadas en la mente de los alumnos. Algunos investigadores (Carey 1985 b; diSessa 1993, Benlloch, Pozo 1995; Pozo 1992) han mostrado que esas ideas no son formaciones aisladas, sino que conforman teorías como sistemas de creencias y conceptos que a menudo obligan a compromisos a quienes las sostienen. En la literatura (Brewer, W, y Samarpungavan, A 1991; Solomon 1983 a; Vosniadu, L y Brewer W. 1992) se observa una polémica en torno a las diferencias y semejanzas atribuidas a las teorías de los niños. Esta polémica no es inocente. Quienes defienden las similitudes entre las teorías científicas y las de los niños, enfatizan también las similitudes entre el funcionamiento cognitivo de niños y adultos; quienes señalan las diferencias entre los dos tipos de teorías, enfatizan las discrepancias cognitivas y los cambios que las definen.

TEORÍAS DE LOS NIÑOS	TEORÍAS CIENTÍFICAS
Concretas	Abstractas
Fragmentarias	Globales
Inconsistentes	Internamente consistentes
Limitadas al contexto	Universales
No explicativas	Explicativas
Personales	Extra personales
Subjetivas	Objetivas
Difusas	Precisas
Cualitativas	Axiomáticas
Falsas empíricamente	Sostenidas empíricamente

Figura 4

Punto de vista extremo: Las teorías de los niños no son como las teorías científicas. (Brewer, W. F.; Samarpungavan, A 1991)

Algunos autores (Carey 1985 a; y Brewer Samarpungavan 1991) afirman que los niños piensan como científicos novicios, y que como aquellos, emplean parecidos recursos reflexivos para construir sus teorías, aunque les falta el conocimiento del mundo físico y la experiencia metodológica acumulada por la institución de la ciencia.

Más allá de la polémica sobre ambos tipos de posiciones, señalaré una diferencia en la que todos están de acuerdo y que es determinante en la ejecución de los procesos de enseñanza aprendizaje: las teorías implícitas al ser inconscientes (Pozo 1992) presentan muchas resistencias al cambio ya que para que este pueda ocurrir es imprescindible que el alumno tenga un conocimiento consciente de las mismas. Como consecuencia de su carácter implícito las ideas contenidas en esas teorías son muy persistentes.

Frecuentemente los alumnos y también estudiantes universitarios emplean su conocimiento intuitivo (Clement 1982;

Nussbaum 1989, Pozo, Carretero 1987) para comprender e interpretar muchos fenómenos de la ciencia. Esta persistencia puede ser vista como un fracaso de la práctica educativa, pero también puede ser vista desde su necesidad psicológica.

Aún cuando las ideas implícitas se someten a la instrucción difícilmente cambian. Algunos psicólogos (Pozo et al 1991; Pozo y Carretero 1987) explican su gran persistencia tomando en consideración su carácter adaptativo atribuyéndoles un origen forjado en la práctica y la experiencia de vida donde su utilidad psicológica como entidades altamente predictivas para la conducta cotidiana, contribuyen a favorecer esa persistencia y ubicuidad.

Otro aspecto asociado a su persistencia es la precoz adquisición de muchas de estas ideas.

Un ejemplo de conocimiento físico muy precoz, por ejemplo, es reconocer algunas propiedades del movimiento de los objetos tales como la cohesión (según la cual las partes de las cosas están fuertemente unidas físicamente) los límites (que lo diferencian del resto) y su unidad. El conocimiento de esas propiedades según Spelke y Kestenbaum (1986) se adquiere entorno a los 3 meses. Ellas lo infieren de un conjunto de investigaciones realizadas con lactantes. Cuando un bebé mira un objeto que se levanta y conserva su unidad, no lo observa tanto tiempo como otro objeto que en su trayectoria se "rompe". El tiempo de fijación de la mirada es un indicador de las expectativas del bebé. La investigación de estas autoras pone en evidencia que los bebés perciben el objeto original como un cuerpo conectado que "debería" mantenerse conectado a pesar del movimiento.

Cinco restricciones parecen gobernar la percepción de los objetos físicos entorno a los 4 meses: El movimiento de los objetos mantiene su conectividad, no se rompen ni desintegran; el movimiento de los objetos mantiene sus límites, no se deforman; los objetos cuando se mueven trazan caminos continuos espacio/

temporales; se mueven unitariamente bajo contacto; se mueven independientemente si entre ellos se crea una distancia.

¡Pues bien! parece que el conocimiento adquirido sobre el movimiento de los objetos ejerce una posible interferencia en el aprendizaje del movimiento circular. Probablemente ese conocimiento precoz dificulte la comprensión del movimiento rotatorio.

Cuando el movimiento de un objeto es rotatorio sus partes sufren diferentes velocidades en función de la posición que ocupan en relación al eje. Los niños y los adultos creen que todas las partes de un objeto deben moverse con la misma velocidad, estableciendo un vínculo indisoluble entre la unidad del objeto y la unidad del movimiento. De acuerdo con esta idea implícita, como todas las partes de un objeto se mueven juntas entonces todas deben moverse a la misma velocidad. Una de las limitaciones de esta intuición es que produce contradicciones con los resultados obtenidos cuando se emplea la velocidad lineal para juzgar un movimiento rotatorio como observó Maimonides acerca de la piedra de molino.

La intuición de que un objeto necesariamente se mueve en su totalidad con una velocidad única puede estar implícita en el lenguaje común. En él la velocidad suele emplearse para designar el movimiento de un objeto, en física para designar el movimiento de un punto.

En una experiencia sobre esa intuición Levin, et al (1990) muestra a un grupo de 240 alumnos distribuidos en 3º, 6º, 9º y un grupo de universitarios, tres dispositivos que presentan dos pares de objetos que se mueven en círculo. Cada dispositivo tiene dos presentaciones: en una, la pareja de objetos está conectada y en la otra la pareja está desconectada. Después de observar cada presentación se pregunta a los alumnos individualmente: si ambos elementos de cada pareja se mueven a la misma velocidad, o si uno de los dos se mueve más rápido.

Una hipótesis de este trabajo es que si las personas creen que un solo objeto se mueve en una única velocidad, entonces probablemente se encuentre una alta frecuencia de estas respuestas sobre los elementos conectados en los tres dispositivos, mientras que esta intuición excluirá aquellos objetos que poseen un movimiento autónomo. Esta hipótesis se confirmó. Entre las respuestas emitidas se encontró una mayoría de respuestas intuitivas sobre la igualdad de la velocidad de ambos objetos cuando están conectados. Los porcentajes se distribuyen correlativamente entre los alumnos de 3º, 6º, 9º y Universidad del siguiente modo: 76%, 69%, 88%, 86%.

Para comprender el significado de velocidad los estudiantes deben tomar conciencia de la discrepancia entre el significado científico y cotidiano de este concepto. Los programas de física están llenos de coches, aviones y otros móviles que se desplazan, y también de relaciones entre el tiempo, el espacio y la velocidad.

El conocimiento físico aprendido en los contextos no instruccionales (acabamos de describir un ejemplo) puede en ocasiones dificultar y complejizar el aprendizaje de algunos conceptos científicos.

Chi (Chi, Slotta 1993) ha puesto de manifiesto que hay conceptos que se adquieren con más facilidad que otros debido a la coincidencia o divergencia entre la asignación ontológica que los alumnos hacen de determinadas entidades y la que hace la ciencia.

Por ejemplo no parece oponer la misma resistencia aprender conceptos que pertenecen a las categorías "vivo/ no vivo" que conceptos que pertenecen a una categoría como "proceso" y que no presentan rasgos materiales, tales como: calor, energía, movimiento, fuerza.

Los niños muy pequeños distinguen entidades que pertenecen a la categoría vivo de las que no los son, venciendo incluso la similitud

de rasgos entre entidades y sus prototipos: desde los 4 años (Carey 1985) los niños no aceptan asignar rasgos de entidad viva a un mono de juguete por muy parecido que sea a las personas, mientras que pueden aceptar que personas y un gusano real compartamos un órgano vital. Lo vivo y lo que no es vivo está claramente diferenciado muy precozmente. Las entidades no materiales sin embargo, (el movimiento, la velocidad) son difíciles de adquirir a pesar de la instrucción.

A las dificultades en aprender ciertos conceptos hay que añadir las de comprender su significado en el marco de las teorías científicas en las que están encajados. Para ello se requiere apropiarse de dichas teorías científicas. Eso supone establecer un cambio radical en los esquemas conceptuales y reflexivos empleados por los alumnos en su vida cotidiana.

RESTRICCIONES ESTRUCTURALES (TEORÍAS IMPLÍCITAS)	ESQUEMAS FORMALES (TEORÍAS CIENTÍFICAS)
Causalidad lineal y simple en un solo sentido (agente-objeto)	Coordinación de sistemas de referencia. Compensación multiplicativa
No cuantificación o estrategias de cuantificación erróneas	Proporción Probabilidad Correlación
Transformación sin conservación	Conservaciones no observables Sistema de equilibrio

Figura 5

Esquemas que subyacen a las teorías implícitas y científicas (Pozo 1992)

Ese cambio requiere sustituir los esquemas que dominan las creencias y las teorías implícitas por esquemas formales (Piaget, Inhelder 1985) que dominan las teorías científicas. Pozo (1992) plantea un esquema muy útil (Figura 5) para diferenciar y analizar algunas dificultades que el aprendizaje de las ciencias deberá vencer. Ese esquema toma en consideración tres aspectos:

CAUSALIDAD

Los alumnos tienen que abandonar los esquemas causales simples con los que habitualmente explican los acontecimientos en su vida cotidiana. En ellos se establecen, entre la causa y el efecto, relaciones lineales y en un solo sentido. Un ejemplo claro de esta relación se encuentra en las creencias de los alumnos sobre el calor. Ellos entienden que el calor es una entidad que pasa siempre de un objeto que posee mayor temperatura a uno que posee menos temperatura. En la teoría científica el calor es un proceso de transferencia de energía que permite describir las interacciones entre sistemas y sus modificaciones mutuas. En este caso no hay un agente que actúa sobre un objeto modificándolo sino que dos sistemas interactúan modificándose mutuamente. Lo mismo ocurre cuando la interacción entre variables produce un efecto de compensación. Esto ocurre cuando dos factores, por ejemplo peso y posición en el fulcro, se compensan entre sí para producir un efecto constante: el equilibrio de la balanza.

CUANTIFICACIÓN

Los esquemas de cuantificación que poseen las ciencias permiten determinar si existen relaciones entre los hechos. En la vida cotidiana pocas veces necesitamos recurrir a estos esquemas. Nos va muy bien con las habituales aproximaciones cualitativas. Yo puedo decidir si me conviene o no pasar la calle calculando mi

posición en relación al vehículo que se aproxima y su velocidad. No necesito operar matemáticamente con esas variables.

En ciencias se emplean diferentes esquemas de cuantificación como: la proporción, la probabilidad y la correlación. En el caso de la proporción se la encuentra en todos los dominios de la ciencia, desde conceptos simples como la densidad o velocidad hasta conceptos más complejos por ejemplo los relacionados con las leyes de Newton. Las investigaciones muestran que los alumnos no suelen emplear esquemas proporcionales para resolver tareas que lo requieren; lo más frecuente es emplear estrategias simples basadas en operaciones aditivas o de correspondencias, así como análisis cualitativos.

CAMBIOS Y CONSERVACIONES

La observación directa de los hechos nos permite reconocer fácilmente los cambios que tienen lugar. Tomar en consideración lo que se conserva a pesar de los cambios suele ser producto de una tarea reflexiva guiada por el pensamiento más que por la percepción sensible.

Lo que domina en las teorías implícitas son los cambios. Las conservaciones, sobre todo aquellas no directamente observables, se encuentran en las teorías científicas. Los alumnos tienen dificultades para aceptar que la masa de un líquido después de una reacción química se conserva, así como la masa del azúcar después de disolverlo en agua. "Esta dificultad está conectada con la tendencia a interpretar las situaciones mediante el esquema de causalidad lineal... la idea de que los efectos se producen en un solo sentido implica centrarse en el cambio (acción), olvidando los efectos recíprocos (reacciones) que aseguran la conservación..." (Pozo 1992, p.p. 31).

EL CONOCIMIENTO INTUITIVO Y SUS EFECTOS SOBRE EL CURRÍCULUM

Parece claro que para aprender ciencias es necesario que el alumno renuncie a menudo a integrar sus ideas intuitivas o alternativas a las científicas en los modelos instruccionales que transmiten el conocimiento escolar.

Para alcanzar esta meta el aprendiz debe sustituir progresivamente su forma de conceptualizar (Pozo et al 1991) construida en la vida cotidiana y en contextos no instruccionales por otra manera de estructurar sus ideas desde los parámetros del conocimiento de la ciencia. Eso equivale a establecer cierta ruptura, dejar de tomar en cuenta los contextos cotidianos donde se originó y se nutre su conocimiento intuitivo para pasar a dar forma a un dominio de conocimiento nuevo en cuyo contexto disciplinar pueda tener lugar la adquisición de los conceptos y las experiencias científicas. El aprendizaje de las ciencias requiere la elaboración y construcción progresiva de ese dominio que presenta características y rasgos bien distintos a los contextos de la vida cotidiana.

Estos procesos pueden dificultarse si sólo se enfatizan las actividades de aprendizaje sobre contextos de vida cotidiana, de donde surgen las ideas implícitas, sin que paralelamente se establezcan las bases conceptuales que configuren un contexto disciplinar en ciencias.

Los conceptos científicos se caracterizan por estar significativamente vinculados unos a otros. Son esas redes y también las teorías que las sostienen las que conforman los contextos heurísticos desde donde trabaja y avanza la ciencia, y es su adquisición y comprensión final lo que determina el éxito de su aprendizaje.

La intención de favorecer aprendizajes significativos mediante su contextualización social y humana encierra el riesgo de tomar el término contextualización en un sentido exclusivamente de la vida cotidiana y no en un sentido de contexto disciplinar.

Creo que un currículo de ciencias que tenga en cuenta los aprendizajes de los alumnos debería poner de manifiesto la voluntad de aproximar los conocimientos escolares y los de la vida cotidiana, tratando de salvar un abismo entre ellos y evitando una tendencia característica de muchos proyectos curriculares anteriores. Pero, además, ese currículo debería también poner el énfasis en estructurar la disciplina desde las relaciones intrínsecas que vinculan las teorías y conceptos del propio dominio.

Establecer un contexto disciplinar desde donde aprender las redes conceptuales que agrupan los conceptos de la ciencia y sus mutuas relaciones, tal vez contribuya a evitar que el pensamiento intuitivo venza y se imponga a la educación científica.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBADALEJO, C; Caamaño, A (1992). *Las concepciones previas de los alumnos. Estrategias para lograr el cambio conceptual*. Didáctica de las ciencias de la naturaleza. MEC. Dirección General de Renovación Pedagógica.
- BENLLOCH, M. (1993). *La génesis de las ideas sobre la composición de la materia*. Tesis doctoral. Inédita.
- BENLLOCH, M; Pozo, J. I (1995). What changes in conceptual change?. From ideas to theories. En: J. Osborne, P. Scott and G. Welford. *Science Education Research in Europe Conference*. Publication arising from the Conference. London: Falmer Press.
- BREWER, W; Samarapungavan, A (1991). Children's Theories vs. Scientific Theories: Differences in Reasoning or Differences in Knowledge? En: R. Hoffman; D. Palermo. *Cognition and the Symbolic Processes* (209-232). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- BORGHI, L; De Ambrosis, A; Massara, C; Grossi, M; Zoppi, D (1988). Knowledge of air: a study of children aged between 6 and 8. *International Journal of Science Education*, 10, 2, 179-188.
- BROOK, J; Briggs, H; Driver, R (1984). Aspects of secondary student's understanding of the particulate nature of matter. En: *Children learning in science project*. Leeds: University of Leeds.
- CAAMAÑO, A (1988). Tendencias actuales en el currículo de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6, 3, 265-277.
- CAREY, S (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge. M.I.T.

- CHARUM, J. (1995). *¿Cuál formación para la ciencia y la tecnología?* Documento del Seminario sobre la Formación en Ciencia y Tecnología en la Educación Básica y Media. Bogotá.
- CHI, M; Slotta, J. (1993). The ontological coherence of intuitive physics. *Cognition and instruction*, 10 (2-3) 249-260.
- COLL, C. (1987). *Psicología y currículum*. Barcelona: Laya.
- CLEMENT, J. (1982). Student alternative conceptions in mechanics: a coherent system of preconceptions. En: Helen, H, Novak, J. *Proceedings of the International seminar "Misconceptions in science and Mathematics*. Itaca, N.Y. Cornell University.
- DISSA, A (1993). Towards an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10 (2 y 3), 105-225.
- DRIVER, R; Guesne, E; Tiberghien, A (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (Pablo Manzano, Trad.). Madrid. Morata.
- ENCISO, E., Llorens, S., Sendra, F. (1987). La introducción al modelo corpuscular de la materia. Un estudio evolutivo. *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra.
- FURIÓ, C; Hernández, J. (1983). Ideas sobre los gases en alumnos de 10 a 15 años. *Enseñanza de las ciencias* 1, 2: 83-91.
- GABEL, D.L., Samuel, K.V., Hunn, D. (1987). Understanding the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*, 8, 64, 695-697.
- GÓMEZ CAMPO, V. M. (1995). *Objetivos y modelos de Educación en ciencias en el contexto social de la educación secundaria y media*. Documento del Seminario sobre la Formación en Ciencia y Tecnología en la Educación Básica y Media. Bogotá.
- HARLEN, W (1992). Research and the development of science in the primary school. *International Journal of Science Education*,

5 (14). Traducido en : Desarrollo e investigación de las ciencias en la enseñanza primaria. *Alambique*, 1994, 2, 2-14.

HIBBARD, K. M; Novak, J. D (1975). Audio tutorial elementary school science instruction as a method for study of children's concept learning: particulate nature of matter. *Science Education*, 59, 4, 559-570.

HODSON, D (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.

INHELDER, B; Piaget, J (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. (M. T Cevasco, Trad.). Barcelona: Paidós.

JIMÉNEZ Alexandre (1992) *La organización de los contenidos de ciencias. Didáctica de las ciencias de la naturaleza*. MEC. Dirección General de Renovación Pedagógica.

LEVIN, I; SIEGLER, R; DRUYAN, S; Cardosh, R. (1990). Everyday and curriculum-based physics concepts: when does short-term training bring change where years of schooling have failed to do so? *British Journal of Development Psychology*, 8, 269-279.

LEWIS, J. L. (1983). *Science in Society Project*. London: Heinemann for the ASE.

LLORENS MOLINA, J.A. (1988). La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje. *Investigación en la Escuela*, 4.

McCORNELL, M. C. (1982). Teaching about science, technology and society at the secondary school level in the United States. An educational dilemma for the 1980s. *Studies in Science Education*. 9, 1-32.

MILLAR, R; Driver, R (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.

- NOVICK, S., Nussbaum, J. (1978). Junior High School Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter: An Interview Study. *Science Education*, 3, 62, 273-281.
- NOVICK, S; Nussbaum, J. 1981. Pupil's understanding of the nature of matter: across age study. *Science Education*, 65, 2: 187-196.
- NUSSBAUM, J (1989). La constitución de la materia como conjunto de partículas en la fase gaseosa. En: R. Driver, E. Gusesne, A. Tiberghien (Eds). *Las ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. pp 196-224. Madrid: Morata.
- POZO, J.I; Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de las ciencias? *Infancia y Aprendizaje*, 38, 53-69.
- POZO, J. I; Sanz, A; Gómez Crespo, M. A; Limón, M 1991. Las ideas de los alumnos sobre las ciencias: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*, 9, 1: 83-94.
- POZO, J. I; Perez, M. P; Sanz, A; Limón, M (1992). Las ideas de los alumnos sobre las ciencias como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 57, 3-21.
- POZO, J. I. 1992. *Psicología de la comprensión y el aprendizaje de las ciencias*. MEC Dirección General de Renovación Pedagógica.
- SEGURA, D. (1995). *La cultura escolar y la enseñanza de las ciencias y la tecnología*. Documento del Seminario sobre la Formación en Ciencia y Tecnología en la Educación Básica y Media. Bogotá.
- SOLOMON, J (1983 a). Thinking in two worlds of knowledge. En H. Helm and J. Nova., *Proceeding of the international seminar*.

- Misconceptions in science and mathematics* (127-132). Itaca. N.Y. Cornell University.
- SOLOMON, J. (1983 b). *SISCON. Science in a Social Context*. ASE. Harfield.
- SPELKE, E; Kestenbaum, R (1986). Les origines du concept d'objet. *Psychologie Française*, 31, 67-72.
- STAVY, R; Stachel, D (1985). Childrens conceptions of changes in the state of matter from solid to liquid. *Archives of Psychologie*, 53, 331-344.
- VOSNIADOU, S; Brewer, W. F (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.

LA VISIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
EN EL PROYECTO AMBIENTAL DEL COLEGIO
FERNÁNDEZ GUERRA,
SANTANDER DE QUILICHAO

Melva Botero - Ofir Ordóñez
Julio Raúl Flórez - Enrique Cuéllar

Presentado en el Seminario sobre Formación en Ciencia y
Tecnología en la Educación Básica y Media
Universidad Nacional de Colombia.
Programa de fortalecimiento de la capacidad científica en la
educación Básica y media **RED**

LA VISIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL PROYECTO AMBIENTAL DEL COLEGIO FERNÁNDEZ GUERRA

La explicación del método investigativo y la obtención de resultados prácticos provenientes de la actividad tecnológica, no deben constituirse en un parámetro único dentro de los cánones de la educación. Este planteamiento es importante, pero no hay que dejar la mirada crítica en este par de elementos. Es conveniente que las instancias mencionadas se fortalezcan en la misma medida en que el estudiante participante y el profesor acompañante sean los protagonistas de un nuevo quehacer pedagógico, con el propósito que por la fuerza de la conciencia y la sensibilización del espíritu se logre alcanzar el bienestar de todos dentro del dominio de los elementos que confluyen en el medio social, cultural y natural. Ninguna forma o tipo de educación se convertirá en la panacea de nuestra comunidad, si sus métodos, contenidos y procesos no se dirigen teleológicamente a transformar el entorno próximo para utilizar sus recursos con una administración científica y metodológica que conlleve justamente al bienestar del hombre.

En el Colegio Fernández Guerra, ubicado en el municipio de Santander de Quilichao, departamento del Cauca, un grupo de docentes, en el año de 1987, inició un proceso innovatorio, el cual se ha convertido en una alternativa, que mirada bajo la lupa de la nueva Ley de Educación, permite una acción encaminada a solucionar múltiples problemas de obligada atención. Se convierte la educación, bajo esta perspectiva, en un medio fácil y eficaz para que quien lo utilice, se garantice a sí mismo una capacidad crítica, una autonomía, una práctica democrática y sobre todo, una oportunidad para ingresar al mundo de la economía y de la prosperidad. La interdisciplina que esta clase de alumno lleva en su conciencia lo convertirá en una persona integral que interactúe dentro de su sociedad, como un dinamizador de acciones conducentes a la solución de necesidades. El dominio cognitivo sobre la aplicación y valoración del método

investigativo que pasa de la observación a la solución de problemas, ha hecho del estudiante del colegio Fernández Guerra, un ciudadano potencialmente eficaz para desempeñarse como tal. Se pueda afirmar y argumentar que cualquier estudiante que trasiegue por los vericuetos de la metodología experimental de la ciencia, con el transcurrir del tiempo, la sociedad cosechará con él, el fruto de un hombre integral, pues si el joven alumno descifra por sí mismo una verdad oculta sentirá una infinita satisfacción espiritual que lo elevará a preservar los valores morales. Este tipo de estudiante es el que necesita perentoriamente el país, pues con su autosuperación, valoración y estima, indudablemente llegará a modificar lo deficiente en óptimo y logrará aplicar su saber en cualquier área del conocimiento.

En conclusión, la investigación aplicada en el tiempo y el espacio oportuno, otorgará a sus ejecutantes la alegría de colmar el vacío que oculta la ignorancia y con él se fortalecerá el saber hacer las cosas: la tecnología.

Este proyecto se inscribe en la línea internacional de educación por investigación, en el marco de los Proyectos Ambientales Escolares PRAES y en la búsqueda de articular la ciencia y la tecnología agrupa las actividades pedagógicas en tres fases: exploración, ejecución y evaluación.

Para el desarrollo de estas 3 fases se plantea un tema de investigación para cada grado alrededor del cual se integran todas las áreas, cada una con un problema. Por ejemplo: en el grado sexto el tema de investigación es: "La micro cuenca del río y su historia", al cual confluyen las diferentes áreas planteando problemas así:

MATEMÁTICAS:

¿Cómo hacían las estimaciones, valoraciones lógicas y las medidas de la tierra los habitantes del río Quilichao?

CIENCIAS NATURALES:

“¿Cómo fue el ecosistema natural de la micro cuenca del río Quilichao desde 1945 hasta 1995?”

HUMANIDADES:

“¿Qué niveles de desarraigo cultural evidencia la tradición oral existente en la micro cuenca del río Quilichao?”

SOCIALES:

“¿Cómo ha incidido la población en la micro cuenca del río Quilichao?”

ARTÍSTICA:

“¿Se conservan las diferentes expresiones lúdicas de la cultura popular tradicional en la micro cuenca del río Quilichao?”

VOCACIONALES:

“¿Cómo han incidido las actividades socioeconómicas en el nivel de vida de los moradores de la micro cuenca del río Quilichao?”

En la fase de exploración se contextualiza y conceptualiza el problema de investigación, se formula la hipótesis de cada problema, se plantean los objetivos, se hace la relación bibliográfica, el análisis documental, se construye el marco teórico y se tienen en cuenta los conceptos espontáneos de los estudiantes.

En la fase de ejecución se entra en contacto con la comunidad, realizando la salida de campo con instrumentos previamente elaborados con el aporte de todas las áreas, para recoger la información que posteriormente los alumnos sistematizan y a partir

de la cual confrontan sus pre-teorías con la realidad. En esta etapa se hacen igualmente el diálogo de saberes, las lecturas de la realidad, mapas, croquis, rutas, modelos, convenciones y prácticas experimentales para las cuales recogen muestras que analizan para hacer postulados particulares y luego generalizarlos.

En la etapa de evaluación se verifica la hipótesis, se sacan conclusiones, se confrontan con el marco teórico, se elaboran gráficos, se hacen informes escritos y foros por grados, se trasciende y se elaboran nuevas hipótesis. Finalmente, se elabora el informe de investigación que debe ser revertido a la comunidad objeto de estudio.

Para llevar a la práctica estos planteamientos se cuenta con un equipo interdisciplinario o comité académico y un área de extensión que son los encargados de estudiar, analizar, orientar y velar para que las áreas dinamicen sus actividades hacia el logro de las metas del proyecto. El área de extensión se encarga de abrir los espacios para que las salidas de campo se realicen satisfactoriamente, poniendo en comunicación los diferentes saberes, proyectos, logros y evaluación, siendo la investigación su objetivo fundamental.

El comité académico es el núcleo integrador de las concepciones teóricas, prácticas metodológicas y contenidos curriculares expresados en los consejos de evaluación.

Otras actividades que permiten llevar a la práctica estos planteamientos son: las reuniones de área, reuniones de grado, seminarios, foros y micro centros.

A nivel administrativo existe el consejo directivo que es el órgano máximo de administración. El consejo de estudiantes, el personero de los estudiantes y consejo de padres de familia son instancias de participación con voz y voto.

Indudablemente todo lo anterior no sería realizable si no se cuenta con la disponibilidad y el deseo de cualificar la educación por parte de los docentes y de los estudiantes.

Esta experiencia nos ha permitido alcanzar logros tales como:

- El cambio de actitud en forma gradual pero decidida de los docentes y los educandos para cualificar el proceso cuyo desarrollo ha llevado a cada docente a investigar y a incrementar su creatividad adelantando proyectos de aula.
- El inicio de la sistematización de la experiencia a través de un documento escrito con la participación de los docentes.
- El maestro y el alumno evidencian comportamientos que se reconocen y reconocen a los otros como personas capaces de construir y reconstruir el conocimiento y la cultura a partir de sus saberes y la interacción con la realidad y con los demás.
- La organización de seminarios, talleres y eventos académicos y pedagógicos a nivel municipal y departamental han contribuido al inicio de la construcción de una nueva cultura pedagógica que involucra de manera vivencial la educación ambiental y permite el intercambio de experiencias con otros proyectos pedagógicos.
- Mejoramiento de la eficiencia interna de la jornada con aumento significativo de la promoción y decrecimiento de la repitencia y la deserción.
- El estudio de los problemas locales y regionales como núcleo central de los desarrollos curriculares contribuye a caracterizar la realidad sociocultural, a encontrar la ligazón que existe entre el conocimiento cotidiano y el científico, sensibiliza a los estudiantes y les ayuda a construir arraigo.

- La relación maestro alumno es más cercana y cálida. Los estudiantes sienten confianza, expresan sus opiniones, plantean sus dudas y buscan soluciones.
- La fluidez del lenguaje en el manejo del discurso oral y escrito, la interpretación y análisis de datos recogidos en las salidas de campo, la elaboración de marco teórico que obliga al estudiante a usar proporciones, teorías, construir modelos y desarrollar estructuras mentales demuestran que el estudiante está avanzando en el desarrollo de su pensamiento.
- El trabajo en subgrupos está aportando en el desarrollo socio afectivo del estudiante en cuanto al reconocimiento de ritmos diferenciales de aprendizajes de sus compañeros, solidaridad y diferencias de pensar, de actuar y de sentir.
- Incorporación de los valores estéticos de la cultura popular al aula de clase.

En un 90% hasta la fecha los maestros han registrado sus experiencias pedagógicas mostrando en sus escritos un satisfactorio nivel metodológico en lo referente a su comprensión y manejo del modelo pedagógico.

- En un porcentaje bajo pero significativo, dada la realidad educativa colombiana, los maestros centran sus discusiones informales en aspectos referentes a su quehacer pedagógico.
- En el trabajo por áreas académicas el maestro muestra algunos avances en la construcción del currículo, en el manejo de procesos, en sus actitudes democráticas, en la reflexión sobre su quehacer y en su visión del estudiante.
- El enriquecimiento personal y profesional que se logra a través del manejo de la contradicción, y la diversidad de lógicas en

este proceso de construcción colectiva y de generación permanente de interrogantes.

- La selección como experiencia piloto del M.E.N. en el programa de Educación Ambiental.
- La disponibilidad de docentes para ceder de su tiempo especialmente durante las salidas de campo que duran uno o varios días.

Como toda experiencia en el trabajo cotidiano se han encontrado algunas dificultades:

- La carencia de formación del docente en investigación educativa no permite establecer en un 100% el diálogo de saberes.
- Los educadores, directivos y personal administrativo y de servicios generales están comprometidos en el mejoramiento de la calidad de la educación y en ese empeño dedican la mayor parte de su tiempo al trabajo pedagógico e institucional; sin embargo, este esfuerzo innovador no se está compensando con un mejoramiento real de sus ingresos a pesar de la política de incentivos del M.E.N. acordada con FECODE y explícita en la Ley 115/94.
- La no existencia de una estructura administrativa horizontal y coherente con el proceso ha generado desequilibrio en el desarrollo de la vida institucional.
- La formación profesional en un sistema tradicional ha generado resistencia al cambio en un bajo porcentaje de docentes.

- La carencia de una infraestructura adecuada que conlleva la carencia de espacios físicos para la recreación, laboratorios, sala de proyecciones, talleres de imprenta, etc.
- La carencia de dotación bibliográfica y ayudas educativas que optimicen la observación y la investigación.
- La necesidad de una bibliotecaria que trabaje horas adicionales para atender con eficiencia al estudiante.

Se carece de presupuesto para publicar los productos pedagógicos de la institución: guías de trabajo, libros, revistas, periódicos.

La educación no puede darse como un producto acabado puesto que en ella hay siempre nuevos campos para explorar o nuevas metas para alcanzar y en nuestro proyecto seguimos trabajando para:

- Continuar la formación permanente del maestro con base en las necesidades y requerimientos de la experiencia pedagógica.
- Realizar una investigación del componente administrativo que apoye e impulse el componente pedagógico.
- Valorar el trabajo de 23 maestros de la experiencia, dispuestos a trabajar con el Programa RED de la Universidad Nacional.
- Publicar la producción escrita de maestros y alumnos, referente a sus prácticas de aula.
- Buscar la aprobación de la solicitud ante el M.E.N. para que incluya a los maestros de la experiencia en el plan de incentivos.

BIBLIOGRAFÍA

COMUNIDAD EDUCATIVA DEL PLANTEL. "El Colegio Fernández Guerra, piloto en innovación pedagógica en el sur occidente colombiano." Ponencia presentada en el Foro Educativo del Norte del Cauca durante el lanzamiento del Plan Decenal de Educación.

BANGUERO DE TEGUE, Luz Edilma y VÁSQUEZ, Nubia Stella. "Proyecto Educativo Institucional Colegio Fernández Guerra Santander de Quilichao". Documento presentado al foro nacional organizado por el instituto SER de investigaciones en Fundación Presencia, Bogotá D.C., 1995.

LOS PROYECTOS EN LA E.P.E.
UNA EXPERIENCIA
EN LA PRÁCTICA

Arcelio Velasco R

Profesor del Grupo de Ciencias Naturales
Escuela Pedagógica Experimental E.P.E.

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva de las Actividades Totalidad Abiertas (ATAs), en la Escuela Pedagógica Experimental (E.P.E.) se propone trabajar teniendo en cuenta las inquietudes e intereses de los estudiantes. Es en este contexto que surgen los proyectos.

En la escuela se realizaban proyectos que se originaban en las clases y en muchos de los casos abarcaban problemáticas interdisciplinarias. Por las consideraciones hechas desde las ATAs y por otras que contempla el ambiente escolar, surge la necesidad de crear un espacio dentro de la programación académica para realizar las actividades de los proyectos.

Uno de los problemas que obstaculizan el desarrollo de las actividades que resultan muy interesantes para los estudiantes es el horario escolar, pues un horario que prevé períodos definidos para ciertas áreas no permite por ejemplo, seguir desarrollando las actividades que resultan atractivas para el grupo, en donde se manifiesta compromiso y apropiación por lo que se realiza. Sin embargo, el salvar este obstáculo generaba problemas de organización en el horario del maestro.

ANTECEDENTES

En la E.P.E se ha venido implementando la forma de trabajo en torno a las Actividades Totalidad Abiertas desde ya varios años y desde el punto de vista del origen se mencionan tres opciones de ATAs.: *A partir de proyectos o de construcciones, de preguntas alrededor de fenómenos y a partir de lo curiosidad de los alumnos con respecto a lo que se quiere saber.* Las ATAs también se pueden catalogar de acuerdo con el nivel: en los primeros niveles y en los niveles de educación media (Segura, 1991). Es por esto que también en varias ocasiones las actividades en torno a proyectos, se han venido

implementando tanto en niveles de primaria como en el bachillerato. Son actividades que surgían y en determinado momento se convertían en proyectos por el interés particular que generaban.

En ningún momento se privilegiaba ninguno de los tipos de ATAs mencionados, sino que eran las actividades mismas las que por su dinamismo se convertían o no en proyectos. Es aquí donde en determinados momentos el horario escolar se convertía en un obstáculo para el avance.

Los proyectos que se realizaban por lo general abarcaban al curso como totalidad, tanto en primaria como en bachillerato y en pocas ocasiones se desarrollaban con grupos pequeños.

La forma de trabajo y la observación de la misma, así como las investigaciones realizadas por el grupo, proporcionaron datos acerca de las actividades y las situaciones que habían despertado en mayor medida, la curiosidad de los estudiantes y de otras ocasiones observadas, pero que de algún motivo se habían dejado de lado por múltiples circunstancias.

Es entonces, cuando surge la idea de trabajar en torno a proyectos, con el ánimo de que ciertas actividades, incluso de áreas diferentes, tuvieran un sentido propio para cada estudiante. Nos reunimos en un comienzo maestros del área de las Ciencias Sociales y las Ciencias Naturales, posteriormente maestros del área de Lenguaje, conformando así un grupo de estudio y de discusión alrededor de las problemáticas que presentaríamos a los alumnos posteriormente como opciones de trabajo.

En los niveles 9° y 10° de la E.P.E. (séptimo y octavo) resulta de especial interés, el tipo de actividades en las cuales se involucran los estudiantes (tienen edades que oscilan entre los 12 y los 14 años). Por lo general están pasando de la pubertad a la adolescencia, hecho que se observa en la manera particular de desenvolverse dentro del

colegio. Es el tiempo en que los muchachos se someten a las pruebas que impone el grupo, al reto de ser adultos, de encontrarse y tratar de manejar su individualidad.

Las continuas discusiones acerca de como deberíamos trabajar con los niveles citados anteriormente, nos colocó en la búsqueda de formas de trabajo interesantes para los muchachos, que le plantearan un mundo donde se sintiera tan a gusto como en las actividades extra clase.

Conocíamos por la experiencia cotidiana ciertos problemas, montajes y actividades que despertaban el gusto y el deseo en los alumnos, también teníamos la certeza de la conveniencia de realizar el trabajo de la clase, más desde las inquietudes que desde las necesidades, por la forma de apropiación y compromiso con que se asumían las actividades.

Las inquietudes tienen en cuenta los deseos y los intereses de los estudiantes, mientras que *las necesidades* tienen que ver con los criterios de tipo adulto, que definen lo que debería saber o aprender el muchacho.

Este punto de vista mencionado anteriormente no pretende dejar de lado lo que pueden llegar a ser las necesidades, sino, que el punto de partida sean las inquietudes, y que sea el desenvolvimiento de la actividad, el que determine lo que es necesario. *Es decir, ir de los problemas a los contenidos, y no de los contenidos a los problemas como tradicionalmente se hace.*

Con el propósito de buscar una cualificación de la propuesta metodológica y un mejor nivel académico, se implementó un espacio para la realización de proyectos en los niveles 9° y 10°.

PROYECTOS Y MAESTROS PARTICIPANTES

Los proyectos aquí mencionados, se realizaron durante los años 1993, 1994 y 1995; los dos últimos se realizan a partir del 94, el de recursos naturales sólo se realizó durante el 93. Como se podrá evidenciar los profesores pertenecen a diferentes áreas del conocimiento. También se han vinculado dos nuevas maestras, en un trabajo general de los proyectos Rocío Herrera (Lic. en Español-Inglés) y en Cuidados y Conservación Jacqueline Mayorga (Lic. en Biología).

Astronomía:	Rosa Inés Pedreros. (Lic. en Física)
Contaminación:	Fabio Omar Arcos (Lic. en Física)
Especies Nativas:	Arcelio Velasco R. (Lic. en Biología)
Recursos Naturales:	Frank Molano y Marleny Castellanos (Lics. en C.Sociales)
Servomecanismos:	Orlando Torres y Gabriel Hernández (Ing. Forestal)
Bogotá a comienzos de siglo	Laura de la Rosa (Lic. en C. Sociales)
Por qué somos así:	Orlando Silva (Lic. en C. Sociales) y Gloria Rojas (Lic. en Español y Literatura)

Es importante recalcar, que aun cuando hay maestros a cargo de los proyectos en variadas ocasiones se realizan charlas o actividades por parte de los maestros del grupo, en proyectos diferentes al que coordinan, así como discusiones permanentes alrededor del trabajo realizado en los mismos.

EL PROBLEMA

El problema radica fundamentalmente en ubicar en una primera instancia, de una manera muy precisa los posibles intereses, es decir, qué es lo que verdaderamente desea saber el alumno, las preguntas propias- y las actividades que asume con esmero. En segundo término que la jornada escolar no aumentaría en tiempo. Luego era necesario tomar las horas de las áreas que se vieran como indispensables. En tercer lugar, también se tiene en cuenta que de alguna manera los problemas tratados se acerquen a problemáticas contemporáneas.

El primer aspecto muy discutido en reuniones de maestros, así como las propuestas de los posibles proyectos. El segundo aspecto tuvo en cuenta las clases de *Lenguaje (2h)*, *Ciencias Sociales (2h)* y *Ciencias Naturales (4h)*, así como sus respectivas perspectivas de área. Sin que por esto desaparecieran del horario como áreas, pues se sigue trabajando en cada área durante dos horas, ciertas especificidades en cada nivel particular.

En los diseños de las propuestas también se tuvieron en cuenta las posibles actividades de clase, las salidas y las líneas de realización del proyecto.

En la discusión aparecieron las siguientes líneas de trabajo: Astronomía, Medio Ambiente, Servomecanismos y el Desarrollo Industrial.

Las líneas fueron presentadas a los jóvenes y ellos con su inscripción fueron los que determinaron la existencia de las mismas, fue así como desapareció el último proyecto. El proyecto que recibió más inscripciones fue del medio ambiente, seguido por astronomía. El proyecto de medio ambiente trabajó un mes con todo el grupo, después se subdividió en tres áreas de interés: Contaminación, Cuidados y Conservación de Especies Nativas y Recursos Naturales.

En los años siguientes hemos seguido observando y proponiendo nuevos proyectos. Es de anotar que los proyectos de Bogotá a comienzos de siglo y *¿Por qué somos así?* se unieron y conformaron el *proyecto* actual de *Identidad*

Las perspectivas de trabajo se fueron definiendo durante el transcurso del proyecto, con la participación de estudiantes y maestros.

Los equipos de trabajo se conformaron de manera “natural” de acuerdo con las relaciones afectivas y los intereses de estudio de los mismos.

Cada proyecto tuvo en cuenta para su desarrollo, las perspectivas que se enumeran más adelante acerca de los sustentos pedagógicos de la propuesta, pero también se buscó tener una *perspectiva propia* acerca de la visión crítica de lo que se trabajaba en cada proyecto en particular.

Cada uno de los proyectos busca acercarse a los problemas contemporáneos de la ciencia, desde el entorno escolar en que se desenvuelve el estudiante, al tener en cuenta lo que nos rodea como punto de estudio.

Las fases de desarrollo de los proyectos las podemos caracterizar así: *búsqueda, decisión y conciencia de realización*. En realidad las fases no son pasos sino una forma de mirar en perspectiva el proyecto. Los conflictos y dificultades de dicho trabajo también se presentan a continuación.

CONSIDERACIONES PEDAGÓGICAS

Las actividades, proyectos y problemas tienen como punto de partida el interés de los estudiantes, hecho que está mediado por las experiencias de los estudiantes, los medios de comunicación, el entorno social del individuo, la forma como se presenten las actividades por parte de los maestros y la relación afectiva entre los compañeros y el maestro. Otro aspecto fundamental en los intereses e inquietudes tiene que ver con la edad del individuo, aspecto crítico en el grupo de muchachos en los que se presenta la alternativa.

Tradicionalmente, lo que se trabaja en clase, no es lo que cotidianamente se pregunta el individuo, sino lo que determina una autoridad que puede ser el currículo, el texto o el maestro. Es por esto, que el maestro debe atender y observar cuidadosamente lo que dice y hace el estudiante, buscando *resolver problemas "originales"*, desde lo que pueden ser las preguntas de los estudiantes. Por lo general, dichos problemas no se encuentran en los textos y por ende es necesario construir una respuesta con los estudiantes.

Los estudiantes deben acercarse a *los problemas contemporáneos* y en ese acercamiento demostrarse que los hechos que nos rodean son posibles de manejar de una manera racional y académica. Es necesario desmitificar la idea de impotencia que posee el ciudadano común, para entender y manejar lo tecnológico, para aportar al conocimiento de sus congéneres, por ejemplo en la problemática ambiental donde hay mucho por hacer en nuestro país (romper la idea de dependencia).

Una de las consideraciones que se hacen desde el marco teórico de las ATAs (*Actividades Totalidad Abiertas*) busca desarrollar los contenidos de una manera holística, donde cobran sentido ciertas actividades que muchas veces se realizan como ejercicios mentales (diagramas, elaboración de trabajos escritos, así como cierto tipo de conocimientos que por lo general se desarrollan en asignaturas

separadas). La totalidad que se maneja es en cierto modo situacional, pues depende en gran medida de lo que suceda dentro de la clase y no de lo que estrictamente planea el maestro.

Los campos que toca el proyecto, no sólo son de tipo específico sino que también tienen en cuenta aproximaciones a teorías y conceptos generales, tales como, la estructura de la materia, presión, temperatura, en los seres vivos los niveles de organización, orígenes, historia, geografía entre otros.

Los niveles de conceptualización de los estudiantes en el momento en que se desarrolla la clase y muy seguramente en su vida cotidiana, son tenidos en cuenta a la hora de plantear o desarrollar las actividades. Algunos autores los denominan preconceptos, preteorías, filosofía espontánea. Estos dependen de la imagen de conocimiento (por ejemplo la imagen de ciencia), de lo que se considera una explicación, en un contexto cultural determinado.

Las respuestas de tipo espontánea aparecen en el momento que se realiza la actividad, en algunos casos fueron pensadas con anterioridad y en otros obedecen a que por primera vez, se están preguntando acerca de cierto fenómeno. Sin embargo, las respuestas obedecen a estructuras que son formadas y reconstruidas incesantemente por un individuo inquieto.

La inteligibilidad: En cada cosa que se hace dentro de la clase es muy importante *la comprensión*. El formato de trabajo por lo tanto, hace énfasis en la discusión de los significados y de las relaciones causales que se establecen entre los términos de una respuesta. Lo anterior concierne a la coherencia lógica de la respuesta, cosa que en la mayoría de los casos, no se logra en una sola clase sino durante el transcurso del proyecto, es decir, que la coherencia está en permanente construcción.

Las elaboraciones se realizan en la discusión de las respuestas, los trabajos y propuestas de los estudiantes. Es allí en donde en algún momento se hace prioritaria la información, no por sí misma, sino como referente para elaborar una respuesta, un diseño, una propuesta de trabajo, incluso el trabajo mismo.

En este punto recalcamos que no es necesario construir todo y que lo que se construye cobra sentido y se cuestiona (reflexión), cuando hay la oportunidad de dar respuestas a un problema. Como *los procesos de construcción son particulares de cada individuo*, los procesos de conocimiento ocurren dentro de una amplia gama de perspectivas, de acuerdo con los aportes de cada uno de los estudiantes. Es aquí donde cobra vital importancia *la conformación de grupos* y con ello la aproximación a una disciplina de trabajo que se concreta en la consignación de datos y la elaboración de ensayos.

El maestro comparte con sus estudiantes la posibilidad de aprender, y es el encargado de que la curiosidad florezca durante todo el proceso. A su vez tienen la experiencia de ver que cada día lo aprendido, cobra nuevas dimensiones en un proceso no lineal ni continuo, donde hay invariantes temporales en los procesos, que se enriquecen y cambian en la medida en que lo nuevo se hace tan rico que desborda la vieja estructura

La planeación y la consecución de artefactos (mecanismos regulados, modelos de microhabitats, la elaboración de juegos sobre datos astronómicos, etc.), la manipulación y la cercanía con los organismos vivos, el despertar de la curiosidad individual y grupal por medio de la observación directa, la *idea de satisfacción y de realización* cuando el muchacho observa el trabajo de sus compañeros y muestra el propio, se convierten en alicientes que permiten la satisfacción personal, ante la realización y el reconocimiento entre compañeros.

Se tiene en cuenta que se trabaja con personas y no sólo con individuos cognoscentes, por lo tanto se tienen en cuenta los ritmos de trabajo tanto individuales como grupales y las relaciones intersubjetivas durante las clases.

FASES DE DESARROLLO

BÚSQUEDA	DECISIÓN	CONCIENCIA DE REALIZACIÓN
<p>(2... 6 meses)</p> <p>Qué temas o problemáticas convocan a los alumnos?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discusiones - Exploración bibliográfica. - Exposición y fundamentación de las temáticas y problemas 	<ul style="list-style-type: none"> - Consolidación de grupos - Redefinición de fronteras - Diseño de planes de trabajo - El manejo de la información - Conciencia de la importancia del proyecto - Lo que estamos haciendo no se ha hecho. - La repercusión del ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instancias internas - Enlace de diferentes proyectos - Concreciones paulatinas - Desarrollo exitoso de propuestas - Descubrimiento de cosas y relaciones - Encuentro de soluciones auténticas - Instancias externas - Experiencia - Padres de familia
<p>CONFLICTOS Y DIFICULTADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entre áreas disciplinarias - Estudio permanente de maestros y alumnos - Mucho tiempo - poco tiempo - Generalidad vs. delimitación 	<p>CONFLICTOS Y DIFICULTADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deseo vs. conocimiento - Deseo vs. voluntad. - Estudio permanente - Afinar información 	<p>CONFLICTOS Y DIFICULTADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evitar frustraciones - El tiempo - El espacio - Los materiales - Los costos

**PROYECTO
CUIDADOS Y CONSERVACIÓN
DE ESPECIES NATIVAS**

Arcelio Velasco R

**Profesor del Grupo de Ciencias Naturales
Escuela Pedagógica Experimental E.P.E**

CÓMO SURGE EL PROYECTO

Dentro de las discusiones que tuvimos a comienzo de año, se abrió un espacio para realizar proyectos, que involucraran las clases de sociales, lenguaje y ciencias naturales en los niveles 7º y 8º de básica secundaria.

Lo difícil estaba en ubicar las perspectivas y sobre todo que les interesara a los jóvenes. Después de la discusión se propusieron las siguientes líneas de proyectos. El proyecto que recibió más inscripciones fue el del medio ambiente.

Realizando entrevistas y encuestas sobre lo que creían y querían trabajar los estudiantes en el proyecto de Medio Ambiente, pudimos detectar tres líneas de trabajo: Recursos; Contaminación y Cuidados y Preservación de Especies Nativas.

Al comienzo durante el primer bimestre, trabajamos sobre problemáticas conjuntas y, poco a poco, fuimos estructurando el trabajo en líneas. La línea de Cuidados y Conservación quedó con el mayor número de estudiantes, hecho que se logró balancear en el transcurso del proyecto.

Al avanzar en el desarrollo del proyecto ubicamos el problema de estudio: conocíamos muy *poco de las especies de nuestra zona*. Los alumnos sugirieron las especies que querían observar, preservar y reproducir, tanto en condiciones de laboratorio como en su propio hábitat.

CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROBLEMA AMBIENTAL

La cultura occidental ha venido retomando elementos de otras culturas, para optimizar su relación con su entorno espacio-temporal.

La agricultura, gran tradición milenaria que permitió al hombre cierta independencia en cuanto a la consecución de alimentos, le planteó también un nuevo problema. Los terrenos fértiles empezaron a ser codiciados, posteriormente se desarrollarían en pos de la conquista del suelo, las herramientas y la técnica.

Los suelos se hicieron cada vez más necesarios en la medida que iba aumentando la población humana. Surgió el sedentarismo y pronto el hombre se vio enfrentado a la renovación de los suelos. En algunos sitios más que en otros, las manos del hombre comenzaron a ser tentáculos sobre los recursos; las estrategias desarrolladas para el cuidado de los cultivos y la técnica de los mismos fueron sofisticándose, tanto para la competencia intraespecífica como para la interespecífica.

El hombre amplió su mundo con el filo de su pensamiento, con el fuego, la piedra y luego el metal.

Los traslados de población en un comienzo no incidían, de forma considerable en el sistema global. Pero la población fue aumentando: la densidad de individuos por metro cuadrado y el volumen ocupado. Cada vez más el hombre fue ocupando lugares y dependiendo cada vez más de los alrededores.

El desarrollo industrial añadió algo nuevo, el hombre podía utilizar más energía que la de sus propios músculos (Imagen de Humberto Rodríguez expuesta en la conferencia "Perspectivas de la energía solar" 1992.), las máquinas potenciaron las ideas y los

productos se obtuvieron más rápido. La combustión como fuente de energía, empezó a saquear de las entrañas de la tierra los depósitos orgánicos y a cambiar la estructura en que se encontraban organizados los átomos de carbono.

Claro está que existían organismos y procesos geológicos que aportaban bióxido de carbono (CO_2) al medio. Las erupciones volcánicas, los incendios forestales, la acción del agua "sobre los depósitos de CO_2 en las rocas calcáreas". Los análisis y propuestas de conservación no pueden hacer caso omiso de esta "verdad". La tierra en sus orígenes fue un desierto, colonizado primero por las plantas y luego por los animales.

El orden que nos empieza a preocupar es el actual. ¿Por qué? Quizá porque necesitamos asegurar el alimento y los demás recursos para una población creciente, pero otra razón tiene que ver indudablemente con el factor económico, y es el miedo a que la producción tenga que frenarse abruptamente, frenar su crecimiento por un cambio en el clima global, por la contaminación de las aguas, etc.

La perspectiva de poder someter la naturaleza mediante la razón y la experimentación ha perdido vigencia (la idea antropocéntrica de excluirse del medio natural también viene siendo cuestionada); la ciencia en su accionar le tiene contadas las horas al determinismo, vuelve sus ojos a otros puntos de vista, las verdades son transitorias, la idea de descubrimientos en los que sólo había que observar los fenómenos y tener la suerte de encontrarse con la verdad, es sustituida. Sólo las personas que conocen y andan tras de la pista de algo, son los que son capaces de formular y aportar al conocimiento, no hay un único método científico, y este se constituye más en una forma de presentar los resultados; los paradigmas de la ciencia pueden llegar a tener diferentes modelos y aún dentro de ellos se mantienen conocimientos yuxtapuestos.

La naturaleza le ha demostrado al hombre que en realidad no tiene el control sobre ella y que es una simple ilusión considerar que los avances de la ciencia le aseguran todo. Un ejemplo son las predicciones meteorológicas, que contemplan en sus modelos gran cantidad de variables, pero que a la hora de la verdad no son infalibles; otro ejemplo es la imposibilidad de predecir una erupción volcánica, o la actividad sísmica en un lugar determinado.

En el momento, para occidente comienza a tener sentido “el sincretismo natural” de otras culturas, es decir a no diferenciarse, ni sentirse distinto o aislado de la madre tierra.

El pensamiento “infantil” de nuestra cultura, haciendo un paralelo entre la etapa del desarrollo de los individuos en la cual el egocentrismo es una de sus características, se manifiesta en la especie humana —haciendo un paralelo— cuando considera que las demás especies sólo existen para su beneficio y de las que no encuentra beneficio inmediato, considera que debe combatir las si compiten con ella.

La vida en las ciudades también genera, en gran cantidad de la población, una idea de recursos, de servicios inacabables y de fácil consecución. La vida urbana construye una concepción de facilidad y de olvido de los alrededores, de los sitios de los cuales se nutre. Es muy fácil observar la conducta que tienen nuestros ciudadanos con respecto al manejo de las basuras, para muchos el problema termina cuando las recoge el camión.

EL PROBLEMA ESPECÍFICO

El problema construido conjuntamente puede enunciarse en los siguientes términos: el conocimiento y preservación de las especies nativas de la zona y la realización de un inventario de flora y fauna.

JUSTIFICACIÓN

Cuando la escuela se propone crear en los muchachos una *actitud racional y crítica* sobre el papel que juegan dentro de su entorno, surge una pregunta: ¿Cómo hacer para que desde las vivencias y el sentido de pertenencia se mejoren las relaciones con el medio?

Pero hablar de mejora implica explicitar un poco más, por lo menos desde una aproximación que contemplaría:

- La relación consciente con el medio, desde la racionalidad y el conocimiento.
- Tener en cuenta la relación real con el medio. No podemos *enseñar educación ambiental* sin tener un contacto directo y estrecho con el entorno dentro de la clase, entorno que implica las zonas urbanas y rurales.

Es innegable que *el problema ambiental es un problema contemporáneo*, donde la Escuela debe tener una posición y debe prepararse para asumir el problema desde donde le corresponde, la educación. La Escuela debe asumir formas de enseñanza que prioricen tanto en la investigación ambiental como en la actitud frente al sustrato de la vida.

La Ecología generalmente se enseña desde los conceptos y las definiciones, hecho que, en lugar de acercar, aleja a los individuos de la posibilidad real de actuar de una manera menos ignorante ante el medio.

Para nosotros, los *significados de los conceptos* son construidos diariamente y por lo tanto, cobran diferentes significados, sobre todo cuando se usan dentro de una explicación, dentro de un entramado que les da verdadero sentido.

Los términos pueden ser muy importantes para entendernos, pero no debemos formar para escuchar y mencionar los términos de una manera nominalista o sustancialista, sino para darle *significado a los fenómenos* que percibimos desde la aproximación a las verdaderas *explicaciones*, donde los términos cobran sentido, donde se hacen necesarios. Estamos en contra de una enseñanza que promueva la formación de conceptos aisladamente, pues ellos se convierten a la larga en una colección de palabras que el individuo no sabe utilizar dentro de una explicación, pues ignora cómo se elabora.

En nuestra sociedad, las *concepciones antropocéntricas y utilitaristas* se convierten en un obstáculo para superar en la clase, así como las costumbres enraizadas en nuestra población, cuando de formar un cambio de actitud se trata. Los hábitos con los que algunas personas se mueven dentro de la ciudad, son los hábitos que se aprendieron durante una vida rural, donde los desechos producidos se manejaban de cierta forma, —por ser biodegradables—, y la relación con el espacio era diferente.

En el campo de *la recuperación de zonas* se piensa generalmente en la reforestación, se buscan viveros o se intenta reproducir las plantas nativas. La información escasa o de difícil acceso, además de que existen pocos sitios donde se dediquen a propagar las especies nativas, por ejemplo es raro encontrar centros dedicados a la propagación de epífitas, musgos, arbustos, etc. La soluciones siempre pasan por los deseos y muy poco por las acciones. ¿Qué hacer para no reforestar únicamente con pinos y eucaliptos, dejando de lado las demás plantas? ¿Cómo recuperar de una mejor manera el bosque?

En cuanto a *los animales de las zonas que se piensan recuperar*, se tiene una actitud de desprecio, pues siempre se trata de recuperar con la perspectiva de lograr más oxígeno, o más agua para el hombre y no para recuperar, por lo menos, en cuanto sea posible la relaciones

tróficas y funcionales del medio. Se ignoran, por ejemplo las insectos, los reptiles y más marcadamente los microorganismos.

Una *concepción reduccionista de recuperación*, es adelantada por la producción; lo que genera recursos a corto plazo no nos interesa, o qué más podemos pensar cuando miramos a la mayoría de insectos y reptiles como plagas.

Es por eso que *la Escuela debe cambiar* desde un primer momento su punto de partida, y ampliar la concepción de lo que se enseña, aterrizando los contenidos de lo que se enseña a las necesidades del país y de las regiones. Por ejemplo, que estudien las cadenas tróficas con organismos de los sitios donde se enseña y no con organismos exóticos. Paradójico cuando tenemos una biodiversidad tan grande.

ESTADO DEL TRABAJO

Nos encontramos tratando de observar el comportamiento y tratando de mantener en cautiverio los siguientes animales:

Oligoquetos:	Lombriz de tierra
Artrópodos:	Crustáceos: Cochinillas de humedad. Miriápodos: Quilópodos: ciempiés y Diplópodos: Milpiés. Arácnidos: Escorpiones. Insectos: Himenópteras: hormigas y Hemípteros: diablitos.
Reptiles:	Quelonios: <i>Icotea elegantis</i> . Culebras: <i>Atractus crassicaudatus</i> . Lagartijas: <i>Phenacosaurus heterodermus</i> y <i>Anadia sp.</i>
Anuros:	Ranas: <i>Hyla sp.</i>
Marsupiales:	<i>Didelphis sp.</i> (runchos o faras).

En cuanto a plantas, surge recientemente el estudio de la reproducción de diferentes especies de musgos y líquenes, y de otras plantas como son los hilejones (Espeletias), la mora silvestre, el chite, la campanita (*Digitalis*) y algunas melastomatáceas como por ejemplo el tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa*).

La Escuela Pedagógica Experimental (E.P.E.) está ubicada al nororiente de la ciudad, Santafé de Bogotá, sobre la vía que conduce al municipio de la Calera (Km 4.5) y a una altitud aproximada de 2.850 msnm., y los lugares de trabajo específico —los alrededores— entre 2.800 y 3.000 msnm.

Para tener alguna idea de lo que ha sido el trabajo dentro del proyecto durante el año 1994 (que se viene implementando desde 1993), me permitiré citar algunas de las consideraciones generales de los informes bimestrales:

I PERÍODO

Se realizó una salida a la montaña más cercana a la escuela, donde se anotaba en diferentes puntos, arrancando desde la escuela hasta la cima, la presión atmosférica, la altitud sobre el nivel del mar y la orientación magnética, lo cual se concretó mediante la elaboración de un plano en corte del recorrido. También desde aquel sitio, se ubicaron diferentes puntos de la ciudad, comenzando por el lugar donde se encontraba ubicada la vivienda, en algunos casos con la ayuda de binóculos. Con el mapa de Cundinamarca y el de Bogotá se ubicaron las coordenadas geográficas y se calculó aproximadamente la longitud y latitud de la escuela.

Se realizaron diferentes conferencias en torno a la ubicación de los diferentes biomas en el globo terráqueo, y la distribución de las zonas geográficas.

II PERÍODO

El proyecto se ha encaminado a dilucidar el tipo de especie que cada grupo va a trabajar, y buscar la información más pertinente de la misma. Sin embargo, hemos encontrado conveniente en algunos casos, que sea todo el grupo el que se encargue de una especie en particular, pues con esto se cambia la tendencia a cuidar y a interesarse sólo por su propio cultivo, lo cual sería contradictorio con lo que se propone el proyecto: crear un cambio de actitud frente a las especies con las cuales compartimos el entorno. También las exposiciones periódicas acerca de cada proyecto, brindan la perspectiva de poder conocer lo que hacen los otros compañeros.

Hemos trabajado con algunos videos, como el del parque natural de Chiribiquete y otros dos de la sede "Meteo" (sobre Metezdegia).

Se trabajó además, en la elaboración de acuarios en los cuales se trata de emular los microhabitats de algunos animales. Allí por ejemplo, además del terrario se han sembrado algunas plantas de la zona las cuales han logrado prosperar.

Estuvimos en el zoológico Santa Cruz donde pudimos observar las condiciones en las cuales se mantienen algunas de nuestras especies nativas de animales. Los muchachos se pudieron dar cuenta que en muchos casos no eran las mejores. Durante el trayecto hacia la región del Tequendama, pudimos observar "El Salto" y hacer los comentarios pertinentes acerca de la contaminación del Rfo Bogotá y la vaporización que se forma en la caída de agua (lluvia ácida).

Por lo general, los estudiantes muestran bastante motivación por la manipulación de animales, sin embargo es de anotar que en algunos casos se asume la posición de juego, sin premeditar las consecuencias.

III PERÍODO

Durante el tiempo que ha transcurrido después de las vacaciones, los muchachos se han dedicado a lo siguiente:

- La ubicación de microhabitat particular, adecuarlo y mantenerlo para alojar el espécimen de estudio. Dicha adecuación comprende la disposición de un terrario en el acuario, y la siembra de ciertas especies de plantas que se encuentran en el habitat, y en algunas casos, la conservación de otros animales que le sirven de alimento.
- Hemos realizado diversos tipos de salidas para la consecución de ejemplares, para determinar, cada vez mejor, las condiciones en las cuales viven. La recolección se ha realizado de manera colectiva, con la idea de afectar de la menor manera posible el entorno. Sin embargo, en el caso de las lagartijas y culebras, han sido conseguidas por estudiantes de otro nivel o por los trabajadores de la escuela. Otra salida fue realizada al Jardín Botánico, con el fin de ubicar ciertas especies que desconocíamos y la forma como deberán cuidarse las plantas en invernaderos.
- Cada grupo tiene como objetivo la elaboración de una cartilla acerca del trabajo y la información recogida, con el fin de informar a la comunidad acerca de las especies, las condiciones en las cuales viven y su importancia dentro de las relaciones del biotopo, además de su nicho ecológico (ODUM).
- Se trabajó en forma de charla dictada por el maestro la formación de “la capa de ozono”, acerca de cómo se produce, a que altura de la atmósfera se encuentra, la importancia de la atmósfera, la inserción de temperaturas y los fenómenos que ocurren en cada “capa”.

- Se ha tenido como perspectiva, el trabajo de una lectura de carácter general acerca del ambiente, los días en que tenemos 6 horas de clase diferente para cada grupo. Una lectura general acerca de los Páramos, de la cual hicimos control.

Se han detectado los siguientes problemas:

- La escasez de material bibliográfico, de carácter específico, ha dificultado ostensiblemente el trabajo, sobre todo en cuanto al avance y a la formación de una disciplina de trabajo.
- Las salidas a recolectar material se deben hacer por seguridad en grupos junto con el maestro. Muchos no muestran la disposición para entender la necesidad de las mismas. Algunos estudiantes no permanecen en el grupo, lo cual dificulta la actividad del maestro. Otro caso es el de las estudiantes que no les gusta salir a campo traviesa y en algunos casos eluden las salidas.

IV PERÍODO

En este período el trabajo se caracterizó, por la búsqueda de concreción en un escrito, que recogiera las diferentes formulaciones realizadas durante el año, las consultas y los datos tomados de la observación de los microhabitats

Otro aspecto, fue la concreción del trabajo en ciertos grupos, apoyados por charlas realizadas en torno a los musgos y los líquenes, que despertó el interés de los muchachos. Se hicieron observaciones a través de microscopio y del estereoscopio, incluso un grupo trató de concretar su proyecto alrededor de los líquenes.

Se evidenciaron bastantes problemas para concretar la información escrita:

- La información que se consigue por parte del estudiante es de carácter general y muchas veces no logra sistematizarla.
- Hay cierta actitud de aplazamiento, frente a la exigencia del escrito, por lo cual algunos terminan realizando los escritos a última hora, sin que se haya podido orientar el trabajo. Por ejemplo, algunos escritos se convirtieron en una simple recolección bibliográfica, ignorándose las observaciones y las actividades prácticas de todo el año.
- Se evidencia en la mayoría de los casos, una pésima presentación de los cuadernos, de los borradores de los escritos y en algunos casos los escritos finales.
- También es necesario insistir en el manejo de la ortografía, de la caligrafía y de la coherencia de lo que se escribe. Si bien pienso que dicho trabajo es para realizar a mediano plazo, debe revisarse constantemente.
- Algo que ha caracterizado el trabajo, por lo menos en la gran mayoría de los grupos, es el cuidado que se ha tenido con el microhabitat y los animales que se cultivan.
- Se notó bastante preocupación de parte de los estudiantes frente a las exposiciones que se realizaron de los proyectos; sin embargo la claridad y el sentido del para qué se realiza el trabajo es de cierto modo oscura para algunos. También se nota que hay problemas en cuanto a la forma de organizar y realizar una exposición, pues a pesar del entusiasmo de algunos, el trabajo en grupo, se ve afectado por la falta de disposición para concentrarse en lo que se realiza. Las exposiciones en la gran mayoría de los casos no se prepararon porque el trabajo se dejó para última hora.

- Es necesario mencionar que la biblioteca E.P.E. resultó insuficiente para conseguir material bibliográfico, por lo cual se dio la sugerencia a los estudiantes de no asistir un día de proyecto, para ir a la “Biblioteca Luis Angel Arango”. Lo que se evidenció, es que asistir a la biblioteca no es algo que los muchachos vean como importante, pues hablan de su visita como algo fuera de lo común, incluso quieren que sea tenido en cuenta a la hora de la evaluación. Algunos muchachos visitaron por primera vez la biblioteca y más que la importancia de conseguir información, se vio la importancia de acercarse a ese medio.

Es de destacar que el trabajo se mostró a todos los estudiantes de la escuela al finalizar el año escolar, lo mismo que a los padres de familia. El proyecto a causado tal revuelo, que los estudiantes de niveles inferiores ya piden que en sus planes de estudio de ciencias se contemple el estudio de las lagartijas, los escorpiones y las culebras.

IMPACTO

La perspectiva de trabajo en torno a proyectos pretende concretar una propuesta de enseñanza dentro de la línea del medio ambiente, en consonancia con una alternativa general que viene implementándose en la E.P.E en la enseñanza de las ciencias. Dicha propuesta se realiza desde la forma de trabajo en *Actividades Totalidad Abiertas (ATAs)*.

Uno de los aportes al conocimiento de nuestros recursos, de lo que somos y poseemos, por lo menos en lo que concierne, al acercamiento a nuestra biodiversidad y al problema ambiental en general. La perspectiva de acercamiento se hace real en la interacción diaria con el medio, en la observación del mismo y en la reflexión teórica pertinente a los problemas que surgen dentro del proyecto.

Es necesario concretar la enseñanza ambiental desde el medio mismo, y aquí se desarrolla una de las posibles formas de asumir tal trabajo.

PROBLEMAS Y NECESIDADES

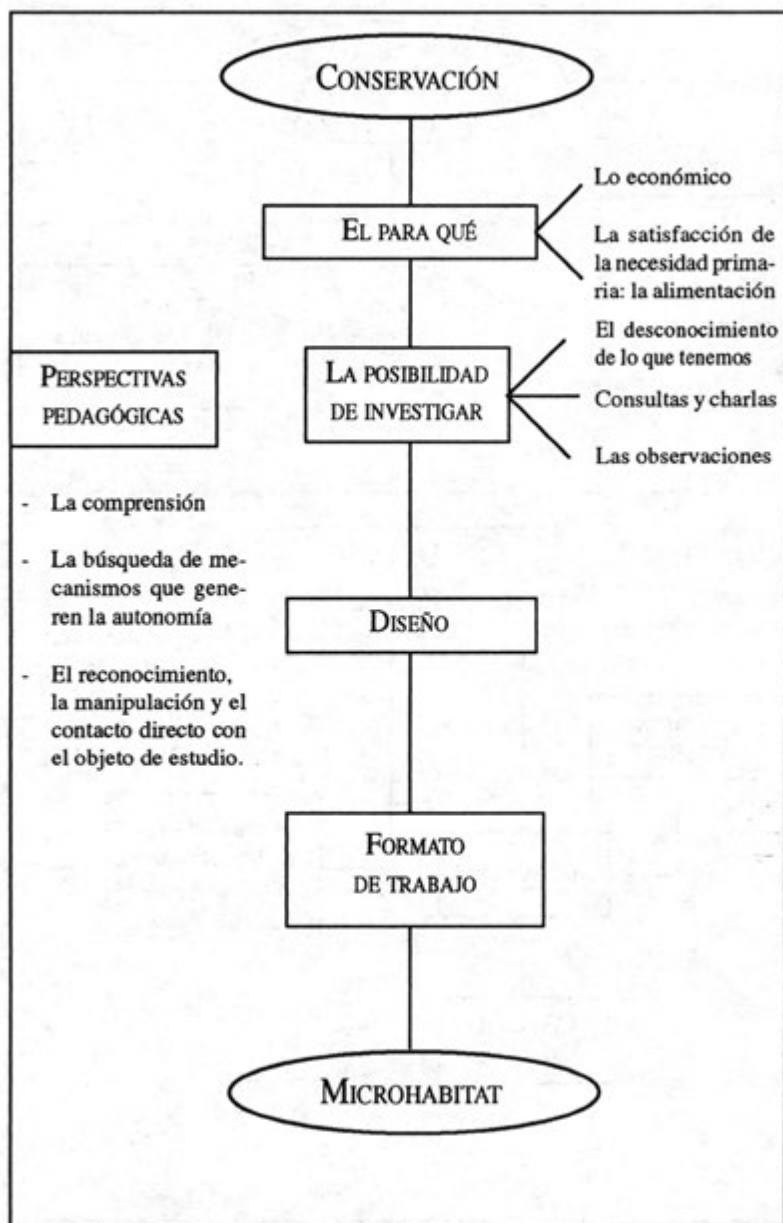
El acceso a la información acerca de las especies de la zona, sobre todo para los estudiantes que comienzan a familiarizarse con una terminología.

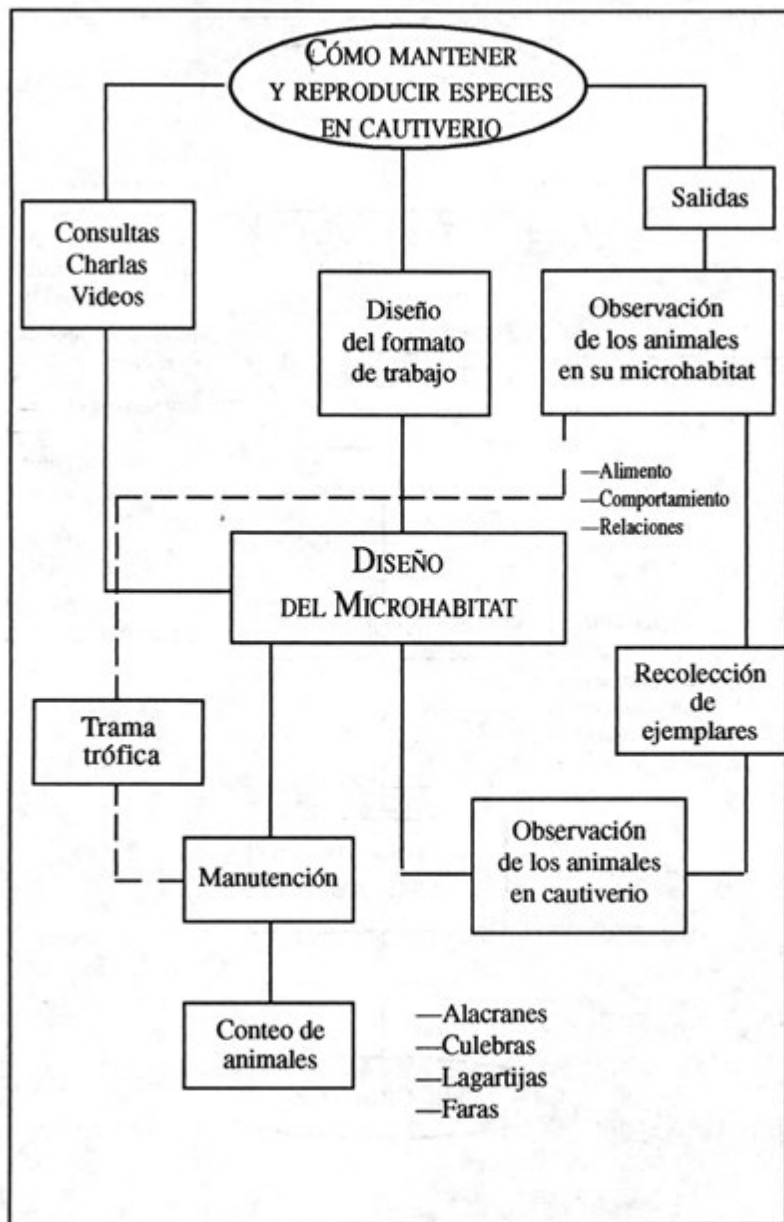
Los recursos son muy escasos y se necesita tener más personas a cargo de dicho proyecto.

Se hace necesario trabajar concepciones más amplias de medio ambiente.

Los problemas por resolver requieren gran interés y voluntad de parte de los estudiantes, pues en algunos grupos se pierde la perspectiva del proyecto.

El tiempo de los proyectos puede ocupar, incluso, más del año de escolar en su realización, lo cual origina problemas a nivel de la organización de las actividades, de "el sentido de realización" para el estudiante y de la culminación de las mismas.





BIBLIOGRAFÍA

- BERNER, Robert A. y LASAGA, Antonio C. *Modelización del ciclo biogeoquímico del carbono*. En: Investigación y ciencia N° 152. Barcelona. Mayo de 1989.
- BROWN, Vinson. *Manual del naturalista aficionado*. Ed. Martínez Roca. Barcelona. 1987.
- CLEVELAND P., Hickman et all. *Zoología: Principios Integrales*. Ed. Interamericana. 7a Edición. Madrid. 1986.
- GIORDAN, André et all. *Conceptos de Biología 1 y 2*. Ed. Labor. Madrid. 1988.
- GIORDAN, André y VECCHI, Gerard. *Los orígenes del saber*. Ed. Diada. Sevilla. 1988.
- GONZÁLEZ GAUDIANO, E. y DE ALBA CEBALLOS, A. *Hacia unas bases teóricas de la educación ambiental*. En: Enseñanza de las ciencias. V12. Madrid. 1994.
- KONRAD, Lorenz. *Sobre la agresión: el pretendido mal*. Ed. Siglo XXI. México. 1977.
- LOVELOCK, J. E. Gaia. *Una nueva visión de la vida sobre la tierra*. Ed. Orbis Barcelona. 1986.
- MORIN, Edgar. *El método: El conocimiento del conocimiento*. Ed. Cátedra Madrid. 1988.
- REID DUNN, Emmett. *Los géneros de anfibios y reptiles en Colombia*. En *Caldasia*, vol. III, N° 11. Julio 20. Bogotá. 1944.
- SEGURA, Dino. *Las A.T.A.s una alternativa metodológica*. En: *Plantearnientos en educación*. Vol 1, N° 1. Bogotá. 1991.

SHILITH, C.U.M. *Biología Molecular: Enfoque estructural*. Ed. Alianza. 3a Edición. 1979.

VIDART, Daniel. *Filosofía ambiental: epistemología, praxiología, didáctica*. Ed. Nueva América. 198.

WADDINGTON, C. H. et all. *Hacia una biología teórica*. Ed. Alianza Universidad. Madrid 1976.

**LA CONTAMINACIÓN
COMO CONOCIMIENTO ESCOLAR**

Fabio Omar Arcos M.

**Grupo de Ciencias Naturales
Escuela Pedagógica Experimental**

INTRODUCCIÓN

Son muchos los planteamientos filosóficos, epistemológicos, sicológicos, históricos, que bombardean la enseñanza, en particular la enseñanza de las ciencias, y que se pretende que los maestros manejan, sin embargo, son pocos los escritos en donde los maestros se sienten identificados con su accionar cotidiano en las aulas; me refiero a opciones y concepciones didácticas que se pueden ampliar, revisar, implementar, cuestionar, criticar o simplemente imaginar. Lo que sigue es una muestra de trabajo docente que se somete a estas consideraciones.

PLANTEAMIENTO

El área de proyecto surge a nivel institucional para los niveles 9 y 10 (grados 7 y 8) con ocho horas de intensidad horaria semanal, fundamentalmente de las discusiones de un grupo de maestros preocupados por la poca cercanía de los muchachos de esta edad con el conocimiento escolar. Esto es, preocupados por la poca convocatoria que las actividades de las diferentes clases tenían sobre las inquietudes e intereses de los muchachos de estas edades (entre los 12 y 15 años) y en procura de romper el esquema rígido del horario, decidimos abrir un espacio diferente que ocupara una jornada entera de trabajo y dos horas del siguiente día, en los que se pudieran articular sus deseos, inquietudes e intereses al quehacer escolar.

El grupo de maestros con el conocimiento de las inquietudes e intereses de estos adolescentes (producto de su trabajo) se dio en la tarea de elaborar líneas de trabajo atrayentes para los muchachos, que previamente pasaron por la decantación rigurosa de la discusión (cabe señalar que los maestros sabemos qué es lo que les gusta hacer a los muchachos). Luego de esta selección se les sustentaron y presentaron de forma colectiva a los muchachos de estos cursos, seis (6) líneas de trabajo a las cuales los muchachos se inscribieron

libremente. Después de este proceso solo quedaron tres (3) líneas, pues a las otras prácticamente no se inscribió nadie. Las líneas que quedaron fueron: Servomecanismos, astronomía y medio ambiente (estas 3 líneas obedecen a inquietudes genuinas que tienen los muchachos de estas edades); este último grupo después de unas cuantas sesiones de trabajo en las que se precisaron un poco más los intereses de los muchachos. Se subdividió en tres (3) grupos: Cuidados y Conservación de Especies Nativas, Contaminación y Recursos Naturales.

Es de notar que el campo que hemos denominado "proyecto" cuenta con el curso simultáneo de un grupo de especialistas en áreas como: electrónica, sociales, física, química, biología y en alguna medida matemáticas; con el ánimo de interactuar en los diferentes grupos de acuerdo a las necesidades.

Debe señalar que este trabajo en proyectos es una forma metodológica que ha caracterizado la escuela. Sin embargo estos proyectos conocidos más como ATAS (Actividades Totalidad Abiertas) se restringen a las actividades de una sola clase en el tiempo, y ocasionalmente cuentan con la participación de otras, pero usualmente se ven vulneradas por la continuidad en el tiempo (Horario de clases).

El campo de proyecto pretende suplir esto de forma institucional para estos grados, posibilitando salidas, realización de trabajos, consultas, entrevistas entre otras actividades, sin que la dictadura del horario sea un impedimento para darle curso al interés.

Bajo este panorama surge el *Proyecto de Contaminación*.

El interés que consideramos aglutina a los muchachos alrededor de este proyecto es el de "salvar el planeta". Vale la pena señalar que tanto los maestros como los muchachos no sabían qué era lo que se iba a realizar en este tiempo, pues no existía un programa, ni unas

temáticas, ni una metodología de trabajo determinado, desde el principio; con lo único con lo que se contaba era con la curiosidad y el deseo para darle curso a este interés.

FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO

A grandes rasgos el proyecto de contaminación comporta tres (3) fases que están presentes en la mayoría de los demás proyectos: búsqueda, decisión y conciencia de realización.

FASE DE BÚSQUEDA

Esta primera etapa se caracteriza por ser una exploración constante, a nivel discursivo, bibliográfico y de la experiencia cotidiana (salidas) que permite ubicar problemáticas más particulares que convoquen los intereses de los estudiantes, las exposiciones temáticas y de fundamentación, de cada uno de los especialistas fueron necesarias. El tanteo posibilitó que estos intereses particulares afloraran y apuntaran a una redefinición constante del campo del proyecto, que incluso comportaban la posibilidad de cambios entre los miembros de los diferentes proyectos. Al que no le gustara el trabajo en un proyecto, se cambiaba a otro, bajo la previa discusión en colectivo del grupo que salía y del grupo al que entraba. (Una salida que recuerdo por lo impactante tanto para los muchachos como para nosotros fue la del basurero de *Mondoñedo*: Entrevistar a las personas que trabajan allí, apreciar su forma de vida y sobre todo apreciar que lo que nosotros consideramos basura es una forma de sustento para otras personas). (Ver figura 1)



*Figura 1:
Aspectos metodológicos*

Entre las dificultades y conflictos que aparecieron en esta fase se tienen:

- Tensiones entre las diferentes formas metodológicas de asumir el objeto de estudio por parte de los maestros de diferentes disciplinas. La contaminación se asume de forma diferente por especialistas de ciencias sociales y ciencias naturales.
- Se requiere un estudio permanente por parte de los muchachos y de los maestros, aspectos que conlleva en el caso de los maestros en una alternativa para su formación, pues se estudia solo lo que se necesita; en contraste de cuando se toma un curso.
- Acostumbrarse y tener la vitalidad para compartir todo un día no es nada fácil ni para los muchachos ni para los maestros.

- Tensión entre los tratamientos holistas de la contaminación y la delimitación y tratamiento de aspectos específicos, por ejemplo: la contaminación atmosférica vs el ciclo del carbono.

FASE DE DECISIÓN

Esta segunda fase del proyecto de contaminación se caracteriza por el logro colectivo de la definición de fronteras entre la problemática de la contaminación (agua-suelo-atmósfera-hombre) así como por la consolidación de pequeños grupos alrededor de proyectos más concretos. Aquí el diseño de planes de trabajo que apuntan al tratamiento del problema que se asume en torno vital: qué información es la que sirve, cuál no; cómo conseguir información más precisa, quién trabaja este campo. Son algunas de las preguntas que se tienen que resolver prioritariamente, pues lo que se persigue más que la adquisición de conocimientos, es que se aprenda a utilizar las información; en procura de la solución de un problema real, no de los que aparecen al final del capítulo, o de los que se colocan como simple ejercicio; por ejemplo el proyecto:

¿Cómo descontaminar el agua de la quebrada que pasa junto a la escuela?

La adquisición de una conciencia de la importancia del proyecto al sentir que lo que se está haciendo no se ha hecho antes se torna en aliciente e importante.

Entre las dificultades y conflictos que se presentan en esta fase se tienen:

- Tensión entre el deseo vs. el conocimiento: “esto tiene que ver con muchas cosas que no se entienden”; eran algunas de las frases que se escuchaban de los muchachos con justa razón, pues quien explica la fotosíntesis, por ejemplo, desde un

punto de vista energético, no proporciona una comprensión de ésta (caso generalizado de los libros de texto).

¿En últimas cómo es que se alimentan las plantas? ¿por qué crecen?

- Tensión entre el deseo vs. la voluntad: “es posible que nosotros lo podamos hacer”; “cuándo lo hacemos, a qué horas, donde conseguir información apropiada”.

Cartelera, consultas, entrevistas, construcciones

Dos vetas de trabajo se fueron construyendo, una por el lado del conocimiento establecido. De lo que es la contaminación, que tiene en cuenta las interacciones entre los seres vivos y la atmósfera las modificaciones en estas interacciones y los recursos energéticos que el hombre utiliza. La otra apunta a evidenciar y cuestionar la imagen cultural de lo que se considera como contaminación y de paso las imágenes de naturaleza que se manejan, imágenes por cierto muy ligadas al boom ecologista que los medios de comunicación se han encargado de difundir (por cierto muy eficazmente). (Ver Figura 2)

FASE CONCIENCIA DE REALIZACIÓN

Esta fase se caracteriza por el desarrollo de las problemáticas que generaron cada uno de los proyectos y por los mecanismos e instancias tanto internas como externas que se utilizaron para su reconocimiento.

Aquí el enlace y relaciones que se presentaron entre los diferentes proyectos en el desarrollo exitoso de algunas problemáticas fue el característico: exposiciones, escritos, planes de trabajo, cartelera. Por ejemplo en:

¿Cuánto contaminas en un día?, ¿qué hacer con la basura que sale de la escuela?

Las concreciones paulatinas que cada proyecto realizaba permitían vislumbrar el encuentro de soluciones auténticas a los problemas que se trabajaban y esta afirmación se tornó evidente en esta etapa mediante las exposiciones realizadas tanto a compañeros como a padres de familia.

En las dificultades y conflictos que se presentaron en esta fase se tienen

- Cómo evitar las frustraciones provenientes de las dificultades y tensiones que generó el tratamiento del problema:
- por los costos del proyecto
- por el tiempo de realización
- por el sitio en donde se va a realizar
- por los materiales

¿En qué punto cortamos el proyecto? En este sentido vale la pena señalar que todos estos proyectos quedaron en su fase de planeación.

ALGUNOS LOGROS

Entre los logros generales más importantes que conseguimos se tienen:

1. Se cuestionó la imagen ecologista que “venden” los medios de comunicación en donde se ve la naturaleza y su conservación, como si fuese un museo al que asisten los individuos solamente como observadores. Otra imagen es aquella en la que se ve la naturaleza como despensa inagotable de recursos para la elaboración de cualquier producto o

simplemente para consumo. En este sentido se logró en alguna medida una conciencia de que el hombre hace parte de la naturaleza, y que en las interacciones que se presentan entre los seres vivos y la biósfera se presenta una relación dialéctica que los modifica a ambos: los seres vivos dependen de sus intercambios con la biósfera para vivir, pero a su vez modifican su composición con ese intercambio. O si nó pensemos en el ciclo del agua (sedimentación, inundaciones, pobreza, contaminación entre otros) concreto a través del río Magdalena, Bogotá o la quebrada EPE.

Se logró ampliar la mirada de la contaminación como una problemática que rebasa la imagen antropocéntrica-superficial implícita en las anteriores concepciones de naturaleza (huele mal, está sucio, mucho humo, está desordenado, etc.) en donde se ve la contaminación desde un tópico social moralizante: "la contaminación es mala y perjudicial". En este sentido, se logró en alguna medida apreciar la contaminación como una modificación de los ciclos de la biósfera, (cambios en la circulación y en el almacenamiento de los materiales) en la cual los individuos pueden participar con sus acciones y reflexiones en la "conservación" de una determinada forma de interacción.

3. Se logró que el concepto de basura dejara su carácter absoluto. Se pasó a elaborar una imagen coloquial de lo que "contamina" qué tuvo en cuenta en su construcción lo que se puede considerar como basura. En este sentido la connotación de lo que es basura adquiere significado de acuerdo con los criterios y funciones que los individuos le asignen a los objetos. Lo que para algunos es basura, otros lo pueden ver como materia prima o como una opción de vida de la cual derivar su sustento. (Pensemos en las múltiples funciones del papel, por ejemplo). Cabe señalar que los criterios y funciones que los individuos le asignan a los objetos no son únicos a pesar que su fabricación

y/o elaboración contengan una única función para la que fueron hechos. En estos, las posibilidades creativas para asignarle otras funciones diferentes a estos objetos por parte de un gran sector de la población son innegables. Pensemos en las opciones que se le puede dar a un talego. Una prenda de vestir, un pedazo de madera, un tarro, entre otros.

4. Se logró elaborar proyectos que apuntaron a planear, evidenciar o tratar lo que se puede considerar como basura en el medio más próximo a la vida de los muchachos. Estos proyectos y su reconocimiento social permitió, en alguna medida, una mayor comprensión, sensibilización y actuación respecto a la problemática de su entorno inmediato (la casa, la escuela).

Cabe resaltar que los logros antes planteados se consiguieron en el desarrollo del proyecto y fueron elaboraciones colectivas del grupo de estudiantes y maestros que participamos del proyecto de contaminación el año inmediatamente anterior.

Se puede afirmar luego que una alternativa para el que hacer escolar, como la de plantear proyectos, busca entre otras cosas, fundamentalmente brindar una opción en la que cada individuo puede construir caminos personales de conocimiento que le permitan interpretar el mundo. En últimas, una imagen de conocimiento desde la cual se posibilite un desenvolvimiento actitudinal en la acción misma; en donde la libertad de pensamiento, la tolerancia, la capacidad de entusiasmarse, de asombrarse y de asumir la empresa de la búsqueda de soluciones a las anomalías y problemáticas mismas, se da, simplemente por el deseo de saber. Una opción de este tipo rompe con la existencia y concepción de un currículo.



Los conocimientos generados por la ciencia y la tecnología han contribuido de manera definitiva al desarrollo actual no sólo en el campo material sino en la comprensión de los fenómenos humanos y en el cambio de valores y prácticas sociales. La producción científico-tecnológica y la utilización de sus conocimientos, acompañadas de una apropiación social efectiva, son factores que definen, en gran medida, el desarrollo de un país y marcan las diferencias entre las naciones.

En el mundo contemporáneo la formación científica y tecnológica de nuestros niños y jóvenes exige profundos cambios en las estructuras escolares, en la formación de maestros, en los planes y programas, en los textos, etc. En nuestro país, la discusión sobre el papel y significado de esta formación se ha dado muchas veces, pero en muy pocas oportunidades ha llegado a acciones concretas de cambio.

Conscientes de esta problemática, un grupo de profesores de la Universidad Nacional de Colombia inició, en 1992, un trabajo de reflexión sobre el problema del significado de la formación científica en la educación colombiana. La discusión y la observación han permitido concluir que la ausencia de valores científicos, tanto en la vida de la sociedad como en la escuela, es un factor que condena al ciudadano colombiano a la impotencia frente al desarrollo de la ciencia y la tecnología y obstaculiza el desarrollo nacional.

El Programa de Fortalecimiento de la Capacidad Científica en la Educación Básica y Media RED, forma parte del Programa Universitario de Investigación - PUI - de Educación de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Se presenta como una alternativa de *investigación interdisciplinaria* de carácter *cooperativo* entre profesores de la Universidad Nacional, docentes de Educación Básica y Media, Instituciones Escolares y otras Instituciones del Sector Educativo con el fin de transformar la cultura escolar promoviendo unas *relaciones productivas con los saberes*.

RED trabaja en torno a cuatro aspectos: los *procesos pedagógicos* vistos desde las *disciplinas*, la *vida cotidiana* de la escuela, la *institución* escolar y las *políticas* educativas. Realiza sus acciones a través de cinco estrategias: la investigación sobre las prácticas educativas en la escuela, la investigación sobre la elaboración y puesta en marcha de experiencias educativas innovadoras, la educación permanente de profesores en servicio, la conformación de redes de interlocución y cooperación y la participación en diversas instancias de decisión educativa.

En el contexto del Programa RED y, con el ánimo de apoyar las acciones conducentes a la apropiación social de la C & T, el Seminario pretende ser un espacio de reflexión en torno a la pregunta *¿Qué significa la formación en C & T y cuáles son sus implicaciones en la Educación Básica y Media?*

Programa Seminario Formación C. & T.

