

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**

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

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

José Gregorio Rodríguez

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

19

Víctor 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 Benloch.</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 Líbano, 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 construido 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.

