

**SERIE**  
Cuadernos de Currículo



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
Secretaría  
Educación

# Colegios Públicos de excelencia para Bogotá

**Orientaciones curriculares  
para el campo de Ciencia y Tecnología**



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***





**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.**

**Luis Eduardo Garzón**  
ALCALDE MAYOR DE BOGOTA

**Francisco Cajiao Restrepo**  
SECRETARIO DE EDUCACION DEL DISTRITO

**Liliana Malambo Martínez**  
Subsecretaria de Planeación y Finanzas

**Marina Ortiz Legarda**  
Subsecretaria Académica

**Ángel Pérez Martínez**  
Subsecretario Administrativo

**Gloria Mercedes Carrasco Ramírez**  
Directora de Evaluación y Acompañamiento



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.**

Secretaría  
**Educación**

## Equipos de trabajo

### **Subsecretaría Académica**

Marina Ortiz Legarda

### **Directora de Evaluación y Acompañamiento**

Gloria Mercedes Carrasco Ramírez

### **Subdirector de Evaluación y Análisis**

Edilberto Novoa Camargo

### **Equipo de profesionales**

#### **Subsecretaría Académica**

Henry Charry Alvarez  
Henry Figueredo Olarte  
Janeth Escobar Castillo  
Luz Claudia Gómez Murcia  
Mábel Betancourt Mojica  
Martha Ayala Jara  
Vilma Gómez Pava

#### **Coordinación editorial**

Henry Figueredo Olarte

#### **Fotografías**

Archivo digital, Secretaría de Educación Distrital

#### **Corrección de estilo**

L. Mercedes Rengifo B.

#### **Diagramación e impresión**

Imprenta Nacional de Colombia

ISBN: 978-958-8312-37-8

#### **Distribución Gratuita**

Derechos Reservados

### **Grupo de Investigación en educación en Ciencias Experimentales GREECE**

Universidad Distrital

Francisco José de Caldas

#### **Coordinación**

Álvaro García Martínez  
Jairo Ricardo Pinilla González

#### **Equipo de apoyo**

Agustín Adúriz Bravo  
David González  
Doris N. Sierra Martínez  
Eduardo Ramírez  
Henry A. Flechas C.  
Javier Fernando Romero Acosta  
Johanna Chaparro  
Juan Carlos Guevara Bolaños  
Liz Mayoly Muñoz Albarracín  
Sandra E. León Mendoza

Prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación sin la autorización de la  
Secretaría de Educación Distrital Avenida El Dorado No. 66-63 Bogotá, D.C. Colombia

PBX: 3241000 Exts. 2140, 2149, 2211, 2141, 2142

www.sedbogota.edu.co www.redacademica.edu.co E-mail: enovoa@sedbogota.edu.co; jescobar@sedbogota.edu.co;  
hfigueredo@sedbogota.edu.co.

**Bogotá, D.C. noviembre de 2007**

Maestros y maestras que participaron en los talleres del campo de pensamiento de Ciencia y Tecnología	
Nombre	Colegio
Ana Lucía Suárez	IED Andrés bello
Ángela Patricia Pinzón	IED Andrés bello
Dora Haideé Pulido M.	IED Andrés bello
Elsa Santamaría	IED Andrés bello
Jeanneth Nieto Molano	IED Andrés bello
Jimmy Pedraza Arcos	IED Andrés bello
José Higinio Jiménez	IED Andrés bello
Liboria Velandia	IED Andrés bello
Ligia Sánchez	IED Andrés bello
Lucila Forero R.	IED Andrés bello
Luis Fernando Zipasuca Gómez	IED Andrés bello
Mary Isabel Méndez	IED Andrés bello
Myriam Mondragón	IED Andrés bello
Nivia Rosa Rivera	IED Andrés bello
Ulises Mina Balanza	IED Andrés bello
Alexander Acevedo Gómez	IED Antonio Baraya
Ana Isabel Martínez	IED Antonio Baraya
Ana María Martínez	IED Antonio Baraya
Ángela Prieto Acuña	IED Antonio Baraya
Astrid Yulieth Moreno	IED Antonio Baraya
Edith Constanza Negrete Soler	IED Antonio Baraya
Hernando Duarte	IED Antonio Baraya
Jesús Mauricio Niño	IED Antonio Baraya
Jhon Arias	IED Antonio Baraya
Juan Uriel Riaño	IED Antonio Baraya
Liliana Puerto Acosta	IED Antonio Baraya
María Emma Rodríguez	IED Antonio Baraya
María Julieta Rodríguez	IED Antonio Baraya
Mauricio Niño	IED Antonio Baraya
Omar Muñoz	IED Antonio Baraya
Ruth Esperanza Murcia	IED Antonio Baraya
Sonia Teresa Sarmiento	IED Antonio Baraya
Víctor Manuel Mora	IED Antonio Baraya
Amina Esmeralda Cuenca	IED Antonio José Uribe
Danilo Bermúdez Macías	IED Antonio José Uribe
Dario Antonio Pérez	IED Antonio José Uribe
Dexi Andrea Menjura Gualteros	IED Antonio José Uribe
Gladys Moreno G.	IED Antonio José Uribe
Jhon Fredy Manrique Quintero	IED Antonio José Uribe
Nubia Lucia Rodríguez	IED Antonio José Uribe
Ricardo Alfonso Riveros	IED Antonio José Uribe

Nombre	Colegio
William Rocha	IED Antonio José Uribe
Adriana Larrahondo Núñez	IED Compartir - El Recuerdo
Alvaro Ernesto García González	IED Compartir - El Recuerdo
Angelica Acuña	IED Compartir - El Recuerdo
Clara Sánchez Sánchez	IED Compartir - El Recuerdo
Esmeralda Jaime Gómez	IED Compartir - El Recuerdo
Irma Ruth Quevedo	IED Compartir - El Recuerdo
John Hernán Díaz Forero	IED Compartir - El Recuerdo
José Vicente Acosta	IED Compartir - El Recuerdo
Karol Jenniba Pérez	IED Compartir - El Recuerdo
Luis Calderon	IED Compartir - El Recuerdo
Mariam Rodríguez D.	IED Compartir - El Recuerdo
Maribel Baquero Umaña	IED Compartir - El Recuerdo
Mireya Mateus Fontecha	IED Compartir - El Recuerdo
Naime Morales	IED Compartir - El Recuerdo
Natividad Sánchez Medellín	IED Compartir - El Recuerdo
Nora Esperanza Sanabría	IED Compartir - El Recuerdo
Patricia Barbón Ramírez	IED Compartir - El Recuerdo
Ricardo Alba Mora	IED Compartir - El Recuerdo
Soraya Flórez A.	IED Compartir - El Recuerdo
Stella Niño	IED Compartir - El Recuerdo
Yolanda Vargas Motavita	IED Compartir - El Recuerdo
Zairo Pineda Roa	IED Compartir - El Recuerdo
Alba Luz Restrepo	IED Estrella del Sur
Carlos Eduardo Camacho S	IED Estrella del Sur
Carmen Elena Conteras	IED Estrella del Sur
Fabio Romero Orjuela	IED Estrella del Sur
Gerardo Hincapié Gutierrez	IED Estrella del Sur
Ginna María Pérez	IED Estrella del Sur
Heidí Johanna Corredor Torres	IED Estrella del Sur
Juan Cortés Oviedo	IED Estrella del Sur
Martha Lía Rangel Niño	IED Estrella del Sur
Martha Teresa Bernal Gil	IED Estrella del Sur
Mary Esperanza Ortiz Zárate	IED Estrella del Sur
Mónica Liliana Sierra	IED Estrella del Sur
Noralba Bolívar Mojica	IED Estrella del Sur
Olga Idaly Bautista Beltran	IED Estrella del Sur
Rubén Darío Correa	IED Estrella del Sur
Wilson Gaitán Alarcón	IED Estrella del Sur
Yaneth Pedroza C	IED Estrella del Sur
Aida Guerrero	IED Jaime Pardo Leal
Alexandra Bernal Cardozo	IED Jaime Pardo Leal

Nombre	Colegio
Bertha S Rojas C	IED Jaime Pardo Leal
Dora Medina B	IED Jaime Pardo Leal
Edy Cristina Devia L	IED Jaime Pardo Leal
Hilda Hernández De Chingali	IED Jaime Pardo Leal
Johanna Hernández	IED Jaime Pardo Leal
José Pulido C	IED Jaime Pardo Leal
José Ricardo Junca Gutierrez	IED Jaime Pardo Leal
Ligia Teresa Rivera B	IED Jaime Pardo Leal
Luis Eduardo Romero	IED Jaime Pardo Leal
María Cristina Rodríguez	IED Jaime Pardo Leal
Marlene Rodríguez	IED Jaime Pardo Leal
Miguel Antonio Medina	IED Jaime Pardo Leal
Raúl Olarte Pinilla	IED Jaime Pardo Leal
Rosaura Bejarano B	IED Jaime Pardo Leal
Teresa Díaz Sarmiento	IED Jaime Pardo Leal
Victoria Moreno Suárez	IED Jaime Pardo Leal
Virgelina Martínez	IED Jaime Pardo Leal
Yadira Ruíz Guzmán	IED Jaime Pardo Leal
Aristides Chaparro	IED José Martí
Cesár López	IED José Martí
Diana Moreno F.	IED José Martí
Gladys Heliana Poveda	IED José Martí
Gloria Delgado	IED José Martí
Guillermo Parrado	IED José Martí
Ivonne Torres	IED José Martí
Martha Betancur	IED José Martí
Monica Cardenas	IED José Martí
Olga Mireya Diaz	IED José Martí
Sandra Mendoza	IED José Martí
Sergio Antonio Herrera	IED José Martí
Victor Hugo Hernandez	IED José Martí
Victoria Mojica	IED José Martí
Blanca Cecilia Riaño	IED Manuelita Sáenz
Gladys Martínez	IED Manuelita Sáenz
Henry Rodríguez Cortés	IED Manuelita Sáenz
Hernado Carvajal E.	IED Manuelita Sáenz
Luis Alfredo López A.	IED Manuelita Sáenz
Lupe Danelly Riáscos	IED Manuelita Sáenz
Macedonio Hernández R.	IED Manuelita Sáenz
Maria Hilda Méndez V.	IED Manuelita Sáenz
Marisol Cuy Herrera	IED Manuelita Sáenz
Marisol Santamaría	IED Manuelita Sáenz

Nombre	Colegio
Marlene Montaña	IED Manuelita Sáenz
Milton Rojas Pardo	IED Manuelita Sáenz
Myriam Villamizar Acevedo	IED Manuelita Sáenz
Nelson Iván Romero	IED Manuelita Sáenz
Odolfredo Monterrosa	IED Manuelita Sáenz
Oscar Guillermo Galán	IED Manuelita Sáenz
Rubén Darío Luengas	IED Manuelita Sáenz
Adriana Vega M.	IED Miguel Antonio Caro
Alba Torres Peña	IED Miguel Antonio Caro
Alba Torres Peña	IED Miguel Antonio Caro
Alvaro Pio Rojas Duarte	IED Miguel Antonio Caro
Amalia Hernández Parejo	IED Miguel Antonio Caro
Bernardo Jose Rodriguez	IED Miguel Antonio Caro
Celmira Velandia Sierra	IED Miguel Antonio Caro
Consuelo Rodriguez Novoa	IED Miguel Antonio Caro
Edgar Hernan Ardila Cepeda	IED Miguel Antonio Caro
Excelina Barragan Benavidez	IED Miguel Antonio Caro
Fabio Moreno Orduz	IED Miguel Antonio Caro
Fulvia Lucero Valderrama Chavarro	IED Miguel Antonio Caro
Gladys Sofía Martínez Beltran	IED Miguel Antonio Caro
Gloria Inés Forero	IED Miguel Antonio Caro
Graciela Matallana	IED Miguel Antonio Caro
Jesus Maria Ramirez Guerrero	IED Miguel Antonio Caro
Leonel López S.	IED Miguel Antonio Caro
Lilia Garcia De Maya	IED Miguel Antonio Caro
Luis A Gómez	IED Miguel Antonio Caro
Luis Aquileo Salazar Correa	IED Miguel Antonio Caro
Sacramento Gonzalez Florez	IED Miguel Antonio Caro
Sonia Esther Martínez	IED Miguel Antonio Caro
Verónica Tocasuche	IED Miguel Antonio Caro
Alicia Carolina Clavijo	IED Mochelo Bajo
Constanza Piñeros M	IED Mochelo Bajo
Deyanira Guerrero	IED Mochelo Bajo
Elda Estrella Álvarez	IED Mochelo Bajo
Fabio Arturo Rozo Ruíz	IED Mochelo Bajo
Germán Gamboa Lozano	IED Mochelo Bajo
Janeth Forero	IED Mochelo Bajo
Nancy Montenegro	IED Mochelo Bajo
Navey Vargas	IED Mochelo Bajo
Nelcy Barreto	IED Mochelo Bajo
Yesid Álvarez Cruz	IED Mochelo Bajo
Ana Isabel Ruge M.	IED Provincia de Quebec



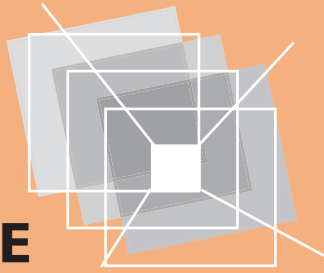
Nombre	Colegio
Clara Díaz	IED Provincia de Quebec
Dabeiba Bohórquez	IED Provincia de Quebec
Diana Marcela Silva	IED Provincia de Quebec
Diana Patricia Campos	IED Provincia de Quebec
Fernando Jiménez Torres	IED Provincia de Quebec
Gloria Cecilia Malaver	IED Provincia de Quebec
Helena Lugo Rodríguez	IED Provincia de Quebec
Jorge Eliécer Mantilla	IED Provincia de Quebec
José Rufino Garzón Acevedo	IED Provincia de Quebec
Kelly Forath Figueroa	IED Provincia de Quebec
Magda Neyibia Soto Quirós	IED Provincia de Quebec
Martha Elena García	IED Provincia de Quebec
Nancy Avendaño R.	IED Provincia de Quebec
Nubia Yanira Quete	IED Provincia de Quebec
Sandra Araque	IED Provincia de Quebec
Víctor Fernando Niño Ramírez	IED Provincia de Quebec
William Alexander Marín	IED Provincia de Quebec
William Alexander Marín	IED Provincia de Quebec
William Marín Calderón	IED Provincia de Quebec
Bertha Álvarez	IED Santa Inés
Cecilia Peñaranda	IED Santa Inés
Esperanza Cantor S.	IED Santa Inés
Felix Rocha V.	IED Santa Inés
Francisco Amaya	IED Santa Inés
Hernando Téllez	IED Santa Inés
Irma Gómez	IED Santa Inés
Leonardo Romero B.	IED Santa Inés
María Consuelo Mendoza	IED Santa Inés
María Helena Bejarano	IED Santa Inés
Miguel Plazas M.	IED Santa Inés
Olga Castiblanco	IED Santa Inés
Pedro Libardo Campos H.	IED Santa Inés
Pedro Libardo Campos H.	IED Santa Inés
Ramón Adolfo Romero	IED Santa Inés
Sandra Páez D.	IED Santa Inés
Sandra Páez Domínguez	IED Santa Inés
Silvia Elena Muñoz	IED Santa Inés
Yanneth Duarte	IED Santa Inés
Alexandra Pardo	IED Simón Bolívar
Álvaro Abril	IED Simón Bolívar
Amelia García García	IED Simón Bolívar
Carmen E. Rubio	IED Simón Bolívar

Nombre	Colegio
Esperanza Pinzón Casas	IED Simón Bolívar
Gladys Rodríguez	IED Simón Bolívar
Hernando Velandia	IED Simón Bolívar
Inés Montaña	IED Simón Bolívar
Inés Montañez	IED Simón Bolívar
Javier Cruz	IED Simón Bolívar
Lida Gonzalez	IED Simón Bolívar
Luis Alejandro Jimenez	IED Simón Bolívar
Maria Teresa Duarte	IED Simón Bolívar
Nancy Castañeda	IED Simón Bolívar
Neila E. Bello	IED Simón Bolívar
Teresa Olarte	IED Simón Bolívar
Victoria E. Castro	IED Simón Bolívar
Adriana Marulanda R.	INEM Santiago Pérez
Arturo Gutiérrez	INEM Santiago Pérez
Julio César Martínez Rodríguez	INEM Santiago Pérez
Lucía García C.	INEM Santiago Pérez
Luisa Marina Heilbron	INEM Santiago Pérez
Luz Isabel Sánchez	INEM Santiago Pérez
Luz Marina Sedano Moreno	INEM Santiago Pérez
Rocío Jiménez V.	INEM Santiago Pérez
Rosa Cristina Agudelo	INEM Santiago Pérez

## Tabla de contenido

<b>Presentación</b>	<b>15</b>
<b>1. Para dialogar con esta publicación</b>	<b>19</b>
1.1. ¿De qué se ocupa esta publicación?	19
1.2. ¿De dónde surgen las reflexiones obligantes que generaron esta propuesta?	20
1.3. Una invitación a la construcción colectiva	21
1.4. Presentación de la propuesta	21
<b>2. De lo obligatorio a lo obligante</b>	<b>25</b>
<b>3. Enseñar Ciencia y Tecnología</b>	<b>29</b>
3.1. El reto de enseñar Ciencia y Tecnología	30
3.2. La Ciencia erudita y la Ciencia a enseñar	38
3.3. Ciclos de formación, desarrollo del pensamiento y la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología	43
<b>4. Elementos para el desarrollo y el aprendizaje en Ciencia y Tecnología</b>	<b>51</b>
4.1. Desarrollo de la comunicación en Ciencia y Tecnología (generar y utilizar lenguajes)	51
4.2. Fortalecimiento de la práctica en Ciencia y Tecnología (intervenir en el mundo)	52
4.3. Modelizar para aprender Ciencia y Tecnología (pensar con teorías)	54
4.4. Naturaleza de la Ciencia y de la Tecnología (reflexionar sobre la ciencia)	56
<b>5. Aspectos didácticos para la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología</b>	<b>61</b>
5.1. Actividades que desarrollan el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología	61

5.2.	La resolución de problemas	62
5.3.	Aprendizaje cooperativo	65
5.4.	Aprendizaje autónomo	66
<b>6.</b>	<b>Caracterización de los ciclos de formación</b>	<b>71</b>
6.1.	La enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el primer ciclo	71
6.1.1.	Contextualización de los ejes para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología en el primer ciclo	74
6.1.1.1.	En cuanto al eje de la comunicación	74
6.1.1.2.	En cuanto al eje de la práctica	74
6.1.1.3.	En cuanto al eje de la modelización	74
6.1.1.4.	En cuanto al eje de la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología	76
6.2.	La enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el ciclo A	76
6.2.1.	Contextualización de los ejes para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología en el ciclo A	77
6.2.1.1.	En cuanto al eje de la comunicación	77
6.2.1.2.	En cuanto al eje de la práctica	77
6.2.1.3.	En cuanto al eje de la modelización	78
6.2.1.4.	En cuanto al eje de la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología	81
6.3.	La enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el ciclo B	81
6.3.1.	Contextualización de los ejes para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología en el ciclo B	81
6.3.1.1.	En cuanto al eje de la comunicación	81
6.3.1.2.	En cuanto al eje de la práctica	81
6.3.1.3.	En cuanto al eje de la modelización	83
6.3.1.4.	En cuanto al eje de la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología	84
<b>7.</b>	<b>Análisis de la propuesta por maestras y maestros en ejercicio</b>	<b>87</b>
	Parte A: Reflexiones en torno a la propuesta de Colegios Públicos de Excelencia	88
	Parte B: Reflexiones entorno a la propuesta de Lineamientos Curriculares para el campo de Pensamiento en Ciencia y Tecnología	95
	<b>Bibliografía</b>	<b>105</b>



**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# Presentación



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***



*“Es muy dicente el hecho de que la educación, que es la que tiende a comunicar los conocimientos, permanezca ciega ante lo que es el conocimiento humano, sus disposiciones, sus imperfecciones, sus dificultades, sus tendencias tanto al error como a la ilusión y no se preocupe en absoluto por hacer conocer lo que es conocer.*

*La supremacía de un conocimiento fragmentado según las disciplinas impide a menudo operar el vínculo entre las partes y las totalidades y debe dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos.”*

Edgar Morin

## El desafío de la complejidad

Estas publicaciones sobre las Orientaciones Curriculares para los ciclos de educación inicial y básica que se entregan a los maestros y maestras de Bogotá y a la comunidad educativa en general, responden al firme propósito de la actual administración de la Secretaría de Educación Distrital de avanzar en la transformación de la escuela y la enseñanza, y hacen parte de la propuesta de Colegios Públicos de Excelencia.

Si hay algo complejo por su naturaleza, es el proceso de aprendizaje en los seres humanos. Todo el siglo XX se caracterizó por una intensa búsqueda de respuestas a este interrogante vital y tanto la biología como la psicología generaron luces que no puede ignorar el sistema educativo. El trabajo científico sobre la cognición humana lanza enormes desafíos a la pedagogía y pone grandes interrogantes sobre la forma como se ha concebido hasta ahora la organización escolar y el modo en que niños y niñas se acercan al conocimiento. Cada vez resulta menos convincente la organización de currículos centrados en conceptos disciplinares que se traducen en una multitud de asignaturas dispersas, en las cuales predomina el dominio de lenguajes específicos sobre la capacidad de interrogar desde la experiencia el mundo real, para pensarlo con la ayuda de las disciplinas. Se supone, equivocadamente, que responder correctamente cuestiones planteadas desde unas teorías generales equivale a haber aprendido, independientemente de si la pregunta o la

respuesta interrogan de manera más profunda al individuo.

La Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación), introdujo en su texto un concepto de áreas obligatorias, que posteriormente en el currículo escolar se traduce en trece o catorce asignaturas que debe “ver” el estudiante, situación que conduce a que los estudiantes no aprendan casi nada verdaderamente importante.

Por su parte el Ministerio de Educación Nacional abandonó hace más de una década los estudios curriculares, asumiendo que cada institución está en capacidad de abordar un tema de tanta complejidad. En cambio, ha propuesto como orientación un modelo de estándares y competencias que tiende a simplificar en extremo el proceso de enseñanza y verificación del aprendizaje por parte de los educadores. Un modelo como éste transforma la comprensión compleja de los fenómenos sociales, científicos, simbólicos y culturales, en un listado de habilidades independientes que cada maestro especializado debe asegurar que tengan sus estudiantes, pero, en cambio, queda relevado de la obligación de orientar la reflexión profunda de los fenómenos físicos, sociales y culturales que afectan la vida de cada individuo, de las comunidades y de la humanidad en su conjunto.

Frente a la responsabilidad del ser humano de enfrentar la complejidad de la vida, se propone la simplicidad de reducir el conocimiento infantil y juvenil a un conjunto limitado de



competencias intelectuales, como si ellas, por sí mismas, tuvieran el poder de desencadenar la reflexión individual y colectiva y conducir a la expresión y la acción.

La Secretaría de Educación de Bogotá, ha centrado su plan sectorial en la transformación de la escuela y la enseñanza, buscando la excelencia en los colegios públicos, como condición esencial para garantizar de manera plena el derecho a la educación. Esto supone un conjunto de acciones concurrentes, que asumen la complejidad del fenómeno educativo: infraestructura, equipamiento, alimentación, salud, gratuidad, subsidios, transporte, ampliación de espacios de aprendizaje, evaluación, formación de educadores, derechos humanos, convivencia en la escuela... y, desde luego, renovación curricular.

Este desafío implica admitir y enfrentar el reto de la complejidad. En este horizonte el rol de los maestros y maestras es fundamental. Ellos y ellas deben ser asumidos como profesionales de primera línea, con capacidad de asumir plenamente la labor que la sociedad les ha encomendado en relación con la formación integral de las nuevas generaciones. Como profesionales que se desempeñan en el mundo de la ciencia y la cultura, merecen el respeto y la consideración de sus capacidades intelectuales que legitiman y dignifican su profesión. Por eso, se les ha propuesto la tarea de estudiar y discutir el desafío escolar con materiales que superan la simplicidad de cartillas y documentos con fórmulas elementales, invitándolos a trajar con elaboraciones de alto nivel académico preparadas por grupos de profesionales vinculados con las mejores universidades de la ciudad.

16

A cambio de un currículo prediseñado por áreas, asignaturas y resultados de aprendizaje, se ha propuesto la discusión de campos de pensamiento complejo, que permiten ver la interrelación de perspectivas diversas cuando se aborda la reflexión sobre los fenómenos

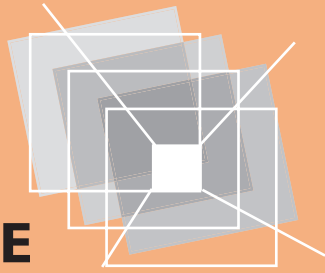
del mundo. Se trata de introducir una profunda ruptura epistemológica, que de prioridad al aprendizaje como proceso de reflexión permanente sobre la experiencia cognitiva, en vez de centrarse sobre la organización secuencial de información fragmentada por disciplinas con el fin de facilitar la enseñanza y la homogenización.

Los textos que aquí se presentan son el resultado de la reflexión propositiva sobre el currículo, entendido como la forma de acercar a los niños, las niñas y los jóvenes al conocimiento. No se trata de propuestas definitivas ni concluyentes; por el contrario, se presentan como propuestas potentes y provocadoras fruto de un debate serio entre maestros, maestras, equipos pedagógicos locales y grupos académicos para que aporten al trabajo pertinente en el aula escolar y a la transformación de la escuela. De esta forma, se supera también el concepto convencional de capacitación, que reproduce modelos de enseñanza-aprendizaje tradicionales, para avanzar hacia modelos de experimentación colectiva en las aulas. Ya no se trata de “enseñar” lo que dice el documento, sino de “aprender” que pasa si unas hipótesis son confrontadas con la realidad.

El reto de la complejidad, como puede verse, es esencial a la vida humana y, por tanto, a la educación como herramienta social para darle calificación y pleno sentido a la vida. En el horizonte de la complejidad no hay respuestas fáciles, no hay fórmulas definitivas, no hay certezas permanentes, no hay un orden indestructible. Por el contrario, vivir la complejidad implica saber moverse en la incertidumbre y la provisionalidad.

Este es el reto que proponemos a los maestros y maestras, convencidos de que quienes han hecho de la educación y la pedagogía su vida y su profesión, estarán dispuestos a recorrer nuevos caminos de exploración intelectual que puedan enriquecer su propia vida y la de sus estudiantes.





**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# Para dialogar con esta publicación



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in) indiferencia***



## *Fomentando la consolidación de comunidades educativas en la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología*

### **I. Para dialogar con esta publicación**

#### **I.1. ¿De qué se ocupa esta publicación?**

El presente documento tiene como propósito fundamental aportar a la reflexión individual y dialógica que profesores y profesoras sostienen cotidianamente en las diferentes instituciones educativas bogotanas alrededor de los procesos pedagógicos, explícitamente en lo referente a los lineamientos curriculares y a las concepciones didácticas que orientan las prácticas de aula en Ciencias y Tecnología, en un intento por construir una visión compartida para que los niños y niñas puedan acceder a una educación de calidad, caracterizada por la comprensión y apropiación de saberes con sentido, que les permita desenvolverse óptimamente en el mundo en el que les toca vivir, no como espectadores, sino como sujetos activos en la construcción de su propio proyecto de vida y actuando a la vez, como coeditores y cogestores del desarrollo sostenible del país.

Este documento inicia con una serie de reflexiones que forman parte de los motivos que originaron la construcción de la propuesta pedagógica que orientará la enseñanza en el campo de pensamiento en Ciencia y Tecnología, prestando especial interés en los aportes de diferentes grupos de investigación

en didáctica de las ciencias experimentales, donde se destaca la necesidad de explicitar la finalidad de la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología en la educación básica, pues para algunos actores del sistema educativo la finalidad es formar futuros científicos y no las consideran como una verdadera posibilidad para educar científicamente a las generaciones para que sean conscientes de los problemas del mundo y de su real posibilidad de actuación sobre los mismos, así como de su capacidad para modificar situaciones, incluso de aquellas que parecen inmodificables.

En la segunda parte de este documento se mencionan algunos de los referentes teóricos de la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología, presentando una aproximación conceptual del conocimiento científico y tecnológico que se trabaja en la escuela, con el propósito de interpretar y comprender la implicación que tienen en el proceso completo de enseñar ciencias. Así mismo, en esta parte se trabaja, la relación entre el desarrollo del pensamiento y la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología; las actividades que permiten el desarrollo del aprendizaje de las ciencias y los elementos que posibilitan orientar la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología a manera de ejes estructurales.

Igualmente, se presentan en este apartado, los diferentes ciclos: primero A y B, destacando los procesos de aprendizaje, así como las orientaciones didácticas para la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en los proyectos de aula.

Finalmente, se exponen los aportes más importantes de los profesores y profesoras que permitieron enriquecer la propuesta y una invitación a continuar en la construcción colectiva a partir de la implementación que se realice en los proyectos de aula de las diferentes instituciones.

## 1.2. ¿De dónde surgen las reflexiones obligantes que generaron esta propuesta?

El mundo de hoy depende y es afectado cada vez más por los avances científicos y tecnológicos, pues la ciencia y particularmente la tecnología forman parte activa en todos los contextos de la cotidianidad. Estos planteamientos son corroborados al observar la creciente demanda de conocimiento científico y tecnológico, no solo en campos altamente especializados, sino también en situaciones de la vida diaria de los seres comunes y corrientes.

Sin embargo, se ha podido establecer la baja formación en estos campos del hombre de hoy, pues la educación se ha centrado en la transmisión fría, acrítica y sin sentido de contenidos asignificativos para los estudiantes, generando apatía y desinterés por el estudio de estas áreas.

La reflexión, el debate y esclarecimiento de la finalidad de la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología en la educación básica, ha conducido al planteamiento de la necesidad de impartir una educación científica

para toda la ciudadanía como finalidad primordial, frente a una educación especializada y altamente propedéutica dirigida a un solo sector de la población.

Por lo tanto, se espera que la educación en ciencias y tecnología deba preparar a los educandos para tomar decisiones y actuar con capacidad crítica, tanto en la vida cotidiana como en la búsqueda oportuna, eficiente y eficaz de soluciones a las más diversas problemáticas que enfrenta la humanidad hoy.

Para lograr este objetivo, se requiere comenzar por revisar y analizar el concepto de ciencia que manejan los actores del proceso docente educativo, pues pese a los esfuerzos realizados por algunos académicos en este campo, es claro que los resultados todavía no han tenido el impacto esperado en los colegios, lo cual ha conducido a cuestionar la objetividad, neutralidad y representación de la realidad de la ciencia, considerándola una práctica social ajena a otras actividades sociales.

Igualmente, se plantea la necesidad de reflexionar acerca de los aprendizajes en Ciencias y Tecnología que se manejan en los colegios, de manera que posibiliten un acercamiento de la realidad académica de los alumnos a la experiencia cotidiana de los mismos.

Es claro entonces, que la finalidad de la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología hoy es lograr una mayor equidad en los aprendizajes, es decir, lo importante es educar científicamente a la población para que sea consciente de los problemas del mundo y de su real posibilidad de actuación sobre los mismos, modificando situaciones, incluso, ampliamente aceptadas.

### 1.3. Una invitación a la construcción colectiva

La presente propuesta ha sido construida a partir del análisis de los desarrollos y avances que han tenido diferentes grupos de trabajo en el mundo en el campo de la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología y, con base en los resultados de los proyectos de investigación adelantados en los grupos DIDAQUIM y GREECE de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, los cuales sirvieron de insumo para la construcción del documento de trabajo: “Orientaciones para la discusión curricular por campos de conocimiento – pensamiento científico y tecnológico-” documento que se constituyó en material de estudio y análisis permanente por parte de los maestros y las maestras de los colegios públicos adscritos a la Secretaría de Educación Distrital, generándose un debate permanente sobre el currículo y la pertinencia de construir propuestas alternas más acordes a la realidad de quienes demandan los servicios educativos.

En la construcción de esta propuesta se han dejado espacios abiertos a nuevos análisis y aportes, intentando garantizar el diálogo permanente con profesores y grupos de investigación que estén desarrollando experiencias pedagógicas en este campo de conocimiento, pues la idea es continuar incrementando la reflexión a partir de otras posibles lecturas y del estudio que otros grupos realicen a la propuesta, pero con la convicción de que la prueba más fuerte será la puesta en marcha en el aula de clase.

Con base en lo anterior, es claro que se espera que esta propuesta se depure, complemente y renueve de manera que conduzca a una “profunda ruptura epistemológica, que de prioridad al aprendizaje como proceso de reflexión permanente sobre la experiencia

cognitiva, en vez de centrarse sobre la organización secuencial de información fragmentada por disciplinas con el fin de facilitar la enseñanza y la homogenización” (Perales y Cañal, 2000), tal y como ha sido el interés de la Secretaría de Educación de Bogotá al generar las condiciones para la materialización de esta iniciativa.

### 1.4. Presentación de la propuesta

La propuesta que aquí se desarrolla es un material que se espera se convierta en objeto de referencia y consulta permanente por los diferentes estamentos de la comunidad educativa, para orientar las discusiones, reflexiones y procesos de planeación curricular conforme al proyecto educativo de cada institución.

Esta propuesta ha sido construida con el propósito de motivar e incentivar cambios en las actitudes y acciones de los docentes, con el fin de transformar el quehacer educativo en los proyectos de aula, alrededor de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y la Tecnología. Por lo tanto, los planteamientos, los ejes y las estrategias didácticas aquí registrados, podrán generar, en algunos contextos, polémicas o rechazos, porque rompen de manera radical con las formas de pensar y actuar tradicionales.

Lo anterior toma sentido y adquiere especial interés, sobre todo cuando se analizan los resultados de las diferentes investigaciones, donde se evidencia la mala calidad promedio de nuestra educación básica, inferida, a partir del muy bajo rendimiento de los estudiantes, los cuales muestran serios vacíos de carácter cognitivo y valorativo. Entre las carencias cognitivas que más se han puesto de relieve en estos estudios se cuentan: las limitaciones en el uso de la lengua materna, la dificultad para pensar en términos de proceso, una singular

predilección por el aprendizaje del dato aislado y la poca habilidad para inducir, deducir y establecer síntesis, habilidades que han sido asociadas directamente con el ejercicio del pensamiento lógico, del pensamiento relacional, del pensamiento imaginativo y de la facilidad para comunicarse, a su vez indispensables para la apropiación, creación o aplicación inteligente del saber científico.<sup>1</sup> Igualmente, los estudios mencionados han podido determinar que la mayor falla axiológica consiste en la dificultad de muchos jóvenes para discernir, sopesar y optar entre

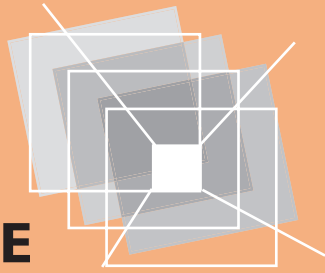
valores; dificultad asociada con las deficiencias en el desarrollo moral y con las características del proceso de socialización.<sup>2</sup>

Es claro entonces que desarrollar en los estudiantes competencias cognitivas y valorativas, así como formar el espíritu científico en los niños y en las niñas, es el núcleo fundamental en una propuesta educativa que pretenda formar ciudadanos y ciudadanas altamente competentes, aspectos que se convirtieron en el hilo conductor que orientó la construcción, el debate y la depuración del presente documento.

<sup>1</sup> Gómez Buendía, H, Educación: La agenda del siglo XXI. Hacia un desarrollo humano Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Tercer Mundo Editores, I.998.

<sup>2</sup> Ibid





**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# De lo obligatorio a lo obligante



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***





## 2. De lo obligatorio a lo obligante

Corresponde a los colegios educativas y a los diferentes actores del proceso educativo responder al encargo social de formar hombres y mujeres con la máxima calidad posible, atendiendo a las necesidades, intereses y exigencias de los y las estudiantes y de la sociedad, tal y como lo consagra la Constitución política colombiana y la Ley General de Educación.

En este mismo sentido, la Ley General de Educación reconoce que la comunidad educativa y las instituciones deben desarrollar y ejercer una autonomía que les permita tomar decisiones acertadas y responsables, conducentes a participar activamente en la orientación y desarrollo de sus procesos curriculares y de investigación pedagógica, mediante el ejercicio de una democracia participativa que posibilite la construcción de acuerdos, respetando los discensos mediante el aprovechamiento de los aportes de todos, a partir de la interpretación de las necesidades de los distintos estamentos, encontrando soluciones equitativas, oportunas, eficientes y eficaces que contribuyan al bienestar individual y colectivo de todos los miembros de la comunidad educativa.

Con base en lo anterior, es claro que las comunidades educativas deben asumir un

papel protagónico en la construcción académica y social del futuro más pertinente de las instituciones a las cuales pertenecen, lo cual implica reconocer el cambio como una constante que no solamente es necesario sino a la vez legítimo.

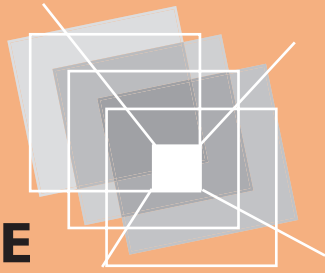
Es decir, es urgente comprender que las transformaciones que la educación requiere deben surgir y ser lideradas principalmente por docentes y estudiantes, en otras palabras, es obligatorio buscar sistemáticamente elevar la calidad de vida de los ciudadanos a partir de una mejora continua en la calidad de la educación, no solo como un imperativo categórico de la función docente, sino porque las normas que actualmente rigen la educación colombiana así lo exigen con carácter de obligatoriedad, tal y como está expresado en la Constitución Política Colombiana y la Ley 115 y su decreto reglamentario, el 1860 de 1994, en las cuales son explícitos el planteamiento y desarrollo de las diferentes actividades curriculares para la educación básica y media y, a la vez, se constituyen en los instrumentos más poderosos para lograr legalizar los acuerdos de comunidad que se construyen en las instituciones y, que por lo tanto, le dan sentido y fuerza a los compro-

misos que allí se pactan, imprimiéndoles un carácter jurídico.

Igualmente, en la Constitución, las leyes y los decretos reglamentarios se desarrollan los aspectos que son fundamentales para el quehacer diario de los docentes, indicando a la vez, los puntos que deben ser considerados para alcanzar una educación integral con las más altas calidades académicas, donde la participación de los diferentes actores del proceso docente educativo juega un papel determinante y se constituye en la vía más segura para alcanzar los logros concertados por la comunidad educativa, en consonancia con los resultados de los diferentes proyectos de investigación que se deben desarrollar alre-

dedor de las diversas situaciones problemáticas que enfrenta una institución educativa.

Queda claro entonces, que las leyes actuales nos dan la posibilidad para impulsar todo acuerdo de comunidad que propenda por la calidad de la educación. La enseñanza de las Ciencias y la Tecnología, concebida desde la didáctica de las ciencias experimentales, es una de las vías más expeditas para lograr este propósito, es en este sentido que la presente propuesta merece el estudio, la reflexión y el debate necesario para juzgar su pertinencia, como alternativa contemporánea a los modelos clásicos y tradicionales de enseñanza tan ampliamente difundidos y de manera consciente e inconsciente aceptados hasta hoy.



**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# Enseñar Ciencia Tecnología



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***



### 3. Enseñar Ciencia y Tecnología

La educación se considera como una vía privilegiada para que un ciudadano/a se apropie de la cultura de una sociedad y ejerza su ciudadanía de manera consciente, responsable y autónoma en sus decisiones, asumiendo sus derechos y deberes a plenitud. Sin embargo, al analizar la inclusión de la ciencia en la cultura general, esta disciplina no es contemplada como patrimonio cultural de toda la población, con lo cual es importante resaltar en las clases de ciencias que los conocimientos científicos son también parte de la cultura. Así, el aprendizaje de las ciencias está vinculado a la inmersión en la cultura científica. Aquí, el término cultura no se refiere a la literatura ni al arte, sino a la interpretación del antropólogo Clifford Geertz (1987) según la cual, la cultura es el conjunto de símbolos significativos que la gente usa para hacer inteligibles sus vidas. Geertz contempla el comportamiento humano como acciones simbólicas que tienen un significado colectivo. La cultura es pública, colectiva puesto que:

Los sistemas de significado son necesariamente la propiedad colectiva de un grupo. Cuando decimos que no comprendemos las acciones de personas de otra cultura distinta de la nuestra, reconocemos que no estamos

familiarizados con el universo imaginativo en el que sus actos son signos.

En este sentido, algunos autores (Brown, et. al. 1989) plantean que una de las razones de las dificultades experimentadas por los estudiantes para utilizar el conocimiento, para resolver un problema, es que se les pide que usen las herramientas de una disciplina, sin que hayan adoptado su cultura. Estos autores proponen considerar el conocimiento conceptual como una caja de herramientas, pues tanto conocimiento como herramientas no son comprendidos por completo hasta que son utilizados, y hacerlo conlleva cambios en la visión del mundo, adoptar la cultura en la que se emplean. Por ejemplo, analícese la situación en la que deba explicarle a una persona cómo funciona un computador, un MP3, un iPod o un celular; es supremamente difícil sin que la persona lo manipule y lo use en la práctica.

En este sentido, se plantea un interrogante sobre cuál sería el papel de la Ciencia y la Tecnología para que un ciudadano se forme en esta línea y para que contribuya al desarrollo de la sociedad a la que pertenece. Se argumenta en este contexto que el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología es básico, en la medida en que contribuye al desarrollo de: la independencia

cognoscitiva; la creatividad, los procesos de pensamiento de nivel superior; una dinámica de trabajo en equipo y colaborativo; la argumentación a través de la creación de explicaciones frente a fenómenos naturales, y capacidades de valoración crítica respecto a soluciones tecnológicas expresadas en artefactos, sistemas y procesos.

Un estudiante que ha desarrollado aprendizajes en estas líneas estará en mejores condiciones para tomar decisiones responsables en situaciones que le afecten de manera directa o a su medio, para liderar o participar en actividades colectivas, generar una postura crítica y reflexiva propia, mejorar su comunicación, transformar/conservar (de manera responsable) su medio en beneficio propio y de su comunidad.

En este contexto, los países de distinta condición de desarrollo tienen clara la necesidad de incorporar o fortalecer el componente de educación en Ciencia y Tecnología en sus currículos y realizar acciones para incrementar el “dominio público en Ciencia y Tecnología”.

### 3.1. El reto de enseñar Ciencia y Tecnología

Durante los últimos años, se ha podido observar cómo la enseñanza de la Ciencia ha recibido un gran número de aportes a partir de diferentes tipos de fuentes; por ejemplo, gran diversidad y mejor calidad en libros de texto, enciclopedias y otros relacionados, todos estos en diferentes tipos de formato, bien en papel o en versiones digitales; nuevos recursos (laboratorios convencionales y virtuales, software educativo, Internet, audiovisuales...); nuevos contenidos (conceptuales, procedimentales, actitudinales, axiológicos...); diversidad de espacios que favorecen el aprendizaje (Bogotá como una

gran escuela, museos interactivos de ciencia y tecnología, museos de ciencia, medios de divulgación especializada, eventos locales y nacionales para la de divulgación de los procesos científicos en escuela...), lo cual genera un gran reto para la escuela y obviamente para cada uno de sus actores, en el sentido de realizar una adecuada formación en Ciencias Naturales y Tecnología, haciendo uso de estas fuentes para generar un proceso de enseñanza aprendizaje cada vez mejor.

Sin embargo, diversos estudios realizados en el pasado reciente han demostrado que los alumnos y las alumnas al concluir su etapa de formación básica, presentan serios problemas en cuanto a los conocimientos y las habilidades propias de la ciencia, lo cual se ha constituido en punto obligado de análisis individual y colectivo por parte de profesores y autoridades educativas, en razón al consenso mundial que consideran a la Ciencia y a la Tecnología como los factores más importantes a desarrollar en los pueblos que buscan reducir la brecha con los países desarrollados.

Un análisis retrospectivo de esta problemática a nivel mundial, permite identificar diferentes acciones que se han tomado no solo para lograr elevar y mantener el interés por la Ciencia y la Tecnología en los estudiantes, sino también para alcanzar una formación científica caracterizada por los valores y encaminada primordialmente a lograr su autonomía. En este sentido, se pueden evidenciar varias tendencias, una de ellas ha estado relacionada con proponer e introducir el trabajo científico en edades muy tempranas, lo cual desencadenó desafectos y rechazos por parte de un número considerable de comunidades académicas, quienes apoyaron sus argumentos, en los estudios de la epistemología genética de Piaget.



Estas objeciones, unidas a otras reflexiones, han conducido entonces a proponer que para los primeros ciclos de educación básica, lo fundamental es “despertar la curiosidad científica y el interés por el mundo de las ciencias”,<sup>3</sup> por lo tanto, se considera que se debe orientar la formación en este nivel hacia aspectos eminentemente cualitativos, de carácter preteórico, aspectos que son comunes al desarrollo de toda ciencia.

Igualmente, se plantea que el desarrollo curricular de este ciclo puede ser integrado o disciplinar, pues lo realmente importante es respetar lo que es considerado como fundamental para los niños, las niñas.

Resulta de gran interés, en este apartado, recordar los grandes cambios presentados en la investigación de la didáctica de las ciencias, pues ello nos permite, no solamente comprender los referentes teóricos desde los cuales se construye el campo de pensamiento en Ciencias y Tecnología, sino también verificar que las teorías y los modelos contemporáneos sobre la enseñanza de las ciencias son producto del trabajo serio y sistemático de comunidades científicas donde el azar, la improvisación y los aspectos meramente viscerales no tienen cabida, muy por el contrario, estas nuevas concepciones han evolucionado a partir de modelos precedentes que han sido ampliamente superados.

Los expertos consideran que el lanzamiento al espacio del primer satélite artificial de la Unión Soviética en el año de 1957, fue “un hecho paradigmático en la historia de la didáctica de las ciencias”,<sup>4</sup> pues desencadenó, en los países occidentales y concretamente en

los EE.UU. un profundo análisis del sistema de enseñanza de las ciencias que condujo a una serie de cambios en las concepciones curriculares imperantes en el momento, lo cual se vio reflejado en la construcción de nuevas propuestas curriculares para la educación media, todas ellas, producto del trabajo interdisciplinario entre científicos reconocidos y profesores de elevada experticia.

El análisis de estas propuestas curriculares permite identificar un marcado acento por lograr un fortalecimiento conceptual de las disciplinas científicas, privilegiando los contenidos fundamentales generados por la investigación científica más reciente de la época y, por lo tanto, se dio prioridad a la articulación entre la teoría y la práctica, lo cual condujo a un verdadero estímulo del trabajo experimental, toda vez que éste permitía una comprensión y una apropiación del “método científico”, considerado, en ese momento, fundamental para el aprendizaje de la Ciencia.

Estos cambios, sin embargo, no trajeron los resultados esperados, pues el hecho de que la reforma solo contemplara la educación básica superior, no reducía la desmotivación observada en los estudiantes de la educación básica que llegaban a las clases de ciencias y, por lo tanto, desde allí se inició una renovación curricular extendida a todos los demás niveles educativos, con una característica importante en esta segunda etapa, la cual consistió, en que ya no solamente participaron en la construcción de esta reforma profesionales de las Ciencias Naturales y expertos en currículo, sino que se logró convocar a profesionales de otras áreas relacionadas directamente con la educación, donde psicólogos y pedagogos jugaron un papel importante.

Como consecuencia de esa nueva visión de enseñanza de las ciencias, la escuela dejó de ser considerada el único espacio para la educación

<sup>3</sup> Gil, D. Propuestas de secuencia. Ciencias de la naturaleza, Ministerio de Educación y Ciencia. Editorial Escuela Española, 1.993.

<sup>4</sup> Sanmartí, N. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Proyecto Editorial Síntesis Educación, 2002.

científica y abrió el camino para el surgimiento de otros escenarios, preferiblemente no formales, dedicados a motivar e incentivar a los jóvenes hacia las ciencias en general. Igualmente, se evidenció un incremento considerable en actividades encaminadas a hacer circular los resultados de las investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias, no solamente en eventos de carácter académico, sino también con el surgimiento de muchas publicaciones especializadas.

No obstante el esfuerzo realizado para elevar los niveles de comprensión y motivación hacia el trabajo de las ciencias en estos países, los resultados obtenidos por los estudiantes en estas áreas fueron muy preocupantes, lo cual condujo nuevamente a replantear el trabajo; en este punto se consolidaron como unas de las alternativas más importantes para la enseñanza de las ciencias los planteamientos de David Ausubel, Novak y Hanesian (1983), a partir de los cuales se empezaron a tomar en cuenta los conocimientos previos de los alumnos en el proceso de enseñanza de las ciencias; paralelamente, y con el mismo impacto, los planteamientos de T. Kuhn, S. Toulmin y I. Lakatos empezaron a marcar el rumbo en la enseñanza, debido, entre otros, a los puntos de coincidencia que se encontraron entre la génesis del conocimiento científico -a través de la historia de la ciencia- y la explicación de las dificultades de aprendizaje en los estudiantes jóvenes.

Todos estos insumos, entre otros, dieron como resultado la consolidación del llamado paradigma constructivista desde el cual se elaboraron, en adelante, todas las nuevas reformas curriculares.

Las propuestas curriculares surgidas a partir del paradigma constructivista giraron alrededor de los siguientes postulados: los conceptos son una construcción humana para explicar la

realidad y, por lo tanto, no pueden confundirse con la realidad misma; todo individuo ha construido previamente ideas sobre conceptos y teorías, las cuales deben ser tenidas en cuenta para iniciar un proceso de enseñanza, pues se deben propiciar actividades que ayuden a cuestionar esas concepciones de manera tal que permitan la evolución hacia otras más acordes con la ciencia y, se debe tener claridad que, en el proceso de desarrollo y maduración de las ideas de los alumnos, el error debe ser considerado como una etapa normal, pues desde esta visión el aprendizaje es entendido como un cambio de las ideas previas del estudiante y no como adquisición fría y sin sentido de contenidos.

Es claro entonces, tal y como lo plantean los expertos en didáctica de las ciencias,<sup>5</sup> que el constructivismo ha sido el motor que ha impulsado con mayor fuerza la investigación en la didáctica, siendo muy influenciado, en sus comienzos, por la psicología de Piaget y los trabajos de Ausubel, virando posteriormente a privilegiar la construcción social del conocimiento, conforme a los planteamientos de L. Vigotsky, los cuales ofrecieron mayores posibilidades para poder explicar el aprendizaje en el aula, en la cual las interacciones entre los distintos componentes que la conforman y su estrecha relación con el contexto cultural en el cual está inmersa, juegan un papel determinante. Así mismo, el lenguaje empieza a tomar gran relevancia en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias como gran mediador.

Las investigaciones que siguieron estuvieron encaminadas a revisar los contenidos de la enseñanza de las ciencias, las cuales permitieron determinar la poca relación de los mismos

<sup>5</sup> Para ampliar estos aspectos léase "Enseñar ciencias en los inicios del siglo XXI", En: Didáctica de la Ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria. Neus Sanmartí. Síntesis educación.2002



con los hechos cotidianos, así como niveles muy altos de complejidad y abstracción para la educación básica, lo que explicó, en su momento, la apatía y el distanciamiento de los alumnos en general hacia los conocimientos científicos que eran objetos de enseñanza.

Uno de los pasos que más fuerza cobró para dar respuesta a esta problemática, fue el movimiento denominado Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), el cual sirvió de base para construir y desarrollar diversas propuestas curriculares cuyo fin primordial era la enseñanza de “contenidos científicos relevantes”. Paralelamente, se estructuraron los temas transversales como condicionantes del diseño curricular, que permitían aglutinar varias áreas del conocimiento alrededor de temas y problemas fundamentales.

En este contexto, la investigación en didáctica de las ciencias orientó gran parte de sus esfuerzos a tratar de dilucidar cuáles serían los contenidos más indicados para ser enseñados en una educación científica básica, que tenía como reto formar a una población heterogénea de personas, que en su gran mayoría, no se identifican con las ciencias y, que además, no tiene la intención, ni mucho menos el deseo, de formar parte de la comunidad científica, pero que sí ha vivido la experiencia de participar en una “educación en ciencias”, que no les dio las herramientas necesarias para actuar ni conocer apropiadamente el mundo, ni les ofreció las condiciones idóneas para la construcción de conocimiento significativo y con verdadero sentido.

Con base en lo anterior, es evidente que una de las preocupaciones de mayor interés en la didáctica de las ciencias experimentales y la tecnología tiene que ver con el contenido a enseñar, el cual es considerado hoy como una variable que no puede ser equiparada con el conocimiento normativo explícito en

los libros de texto, sino con la idea de actividad (Izquierdo, 1999), de lo cual se deduce, que uno de los retos más importantes de la didáctica de las ciencias es establecer criterios claros para seleccionar los contenidos que han de ser enseñables, conforme a los valores vivenciados en la escuela, que no siempre están cerca de los de la ciencia erudita.

Surge en este contexto la necesidad de mencionar el núcleo teórico de la didáctica de las ciencias; en primer lugar, debe recordarse que el conocimiento que se enseña en la escuela es la resultante de procesos de “transposición didáctica” desde la ciencia de los expertos a la ciencia que se enseña en el aula, y por lo tanto, permite diferenciar la ciencia erudita de la ciencia escolar, aclarando desde luego que dicha transposición no debe ser considerada como una reducción simplista y superficial del conocimiento erudito para hacerlo más comprensible y aprehensible por parte de los estudiantes, sino que por el contrario es un proceso profundamente riguroso y serio que lleva a que el conocimiento escolar sea concebido como una entidad autónoma y compleja que guarda relación directa y biunívoca con la ciencia escolar (Izquierdo y Adúriz Bravo, 2002).

La aceptación del conocimiento científico escolar como producto de la transposición didáctica, y la necesidad de percibirlo como actividad científica significativa, que tiene como finalidad formar a la población para ejercer la ciudadanía, conduce al segundo componente del sistema teórico de la didáctica, el cual ha sido denominado “enseñanza significativa”, la cual permite diferenciar la enseñanza del aprendizaje y, por lo tanto, su énfasis está en permitir y dotar al estudiante de las condiciones que le posibiliten actuar, reflexionar y hablar sobre el mundo (Izquierdo y Adúriz Bravo, 2002).

Ahora bien, si los contenidos a enseñar -dicen estos autores- en las Ciencias y la Tecnología escolar deben ser concebidos como actividades científicas para ser significativos, es claro entonces que no pueden generarse ni contruirse únicamente a partir de la identificación de problemas disciplinares epistemológicos, sino que deben guardar una relación directa con los intereses y expectativas de los estudiantes y estar acordes con las necesidades del contexto.

Esto implica que el cuerpo docente del área de Ciencia y Tecnología que desee trabajar bajo esta perspectiva, debe apoyar su ejercicio profesional en la historia y la epistemología de la disciplina específica y propender por garantizar que en sus proyectos de aula se vivencien los valores fundamentales del ser humano, es decir, como bien lo plantea Izquierdo y Adúriz Bravo (2002) deben estar “al servicio de una cierta utopía que rescate el respeto humano de las ciencias”.

Así pues, no es posible pensar, ni mucho menos construir una propuesta pedagógica y un diseño curricular para la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología, sin la contribución y orientación de los aportes de la didáctica de las ciencias experimentales, pues este desconocimiento repetiría los errores del pasado, donde la ciencia que se enseñaba en las escuelas y que hoy se ha reconceptualizado como conocimiento científico escolar, volvería a quedar subordinado a la ciencia erudita, retrocediendo 50 años de historia.

Es en este estado de cosas que emerge el campo de pensamiento en Ciencia y Tecnología, el cual se fundamenta, como se ha explicitado en los párrafos anteriores, en un modelo de ciencia y de pensamiento científico que sentó las bases para la concepción de ciencia escolar, como un conjunto de conocimientos a enseñar y de aprendizajes

a conseguir para la educación científica de una población heterogénea que se espera ejerza una ciudadanía acorde a los adelantos de un mundo cada vez más globalizado, que exige que quienes se formen bajo esta nueva perspectiva cuenten con el suficiente criterio que les permita contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida a nivel individual y colectivo dentro de la sociedad.

La propuesta para la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología concebida como campo de pensamiento se constituye en sí misma como una propuesta curricular alterna que cumple con una de las finalidades de la educación científica como es el dar unidad y coherencia al currículo. Por esta razón los contenidos a enseñar deben estar conectados a otros previamente identificados, los cuales serán reconstruidos por medio de modelos teóricos escolares, a través de las actividades científicas desarrolladas en el aula.

Tal y como lo plantea Izquierdo (2000), un modelo teórico admite muchas formulaciones distintas y puede ser identificado con un hecho paradigmático que posibilita la interpretación de nuevos hechos experimentales. De la misma manera, un modelo teórico escolar tiene la potencialidad para generar a partir de él, nuevos enfoques y formulaciones con elevados niveles de abstracción y complejidad, en estrecha relación con el mundo real. El modelo conecta con las ideas de sentido común de los estudiantes y les permite intervenir activamente sobre el mundo (Adúriz Bravo e Izquierdo, 2002).

“La modelización” –construcción de modelos explicativos de los fenómenos- a lo largo de los diferentes ciclos del sistema escolar, se constituye en una poderosa herramienta para provocar el “cambio conceptual” en los educandos, es decir, permite acercar las ideas alternativas de los

estudiantes al conocimiento erudito, en otras palabras, los modelos que se construyen deben ir evolucionando en la medida en que avanza el proceso de escolarización del sujeto. De igual manera, deben cambiar los hechos y las actividades que se realizan en cada ciclo de formación, así mismo debe haber un progreso conceptual reflejado en el lenguaje que utilizan los estudiantes para hablar de ellos.

En esta propuesta entonces, se espera que durante los diferentes ciclos de formación (primer ciclo, ciclo A y ciclo B) se puedan introducir modelos básicos subordinando a ellos los hechos y las actividades, de forma tal que posibiliten el surgimiento de conceptos estructurantes alrededor de los cuales se puedan construir y generar los demás, es aquí donde adquieren sentido los ejes alrededor de los cuales se construye la propuesta, estos son:

- Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología.
- Desarrollo de la comunicación en Ciencia y Tecnología (generar y utilizar lenguajes).
- Fortalecimiento del trabajo práctico en Ciencia y Tecnología (intervenir en el mundo).
- Modelizar para aprender Ciencia: pensar con teorías.

Por lo tanto, la propuesta curricular que en adelante se detallará se caracteriza, entre otras cosas, por la selección de hechos que serán trabajados con pocas actividades enmarcadas en grandes modelos fundamentales o en campos teóricos estructurantes, generan situaciones de enseñanza, recuperando las experiencias de los niños y las niñas con los fenómenos de la naturaleza, para que interroguen y se interroguen sobre estos y puedan construir explicaciones fundadas.

Los planteamientos expresados en éste numeral se encuentran interrelacionados en un mapa conceptual (figura 3.1), que se espera se constituya en punto de referencia para la lectura de esta parte del documento.

A continuación se presenta una descripción sucinta de algunas interpretaciones que toma la tecnología en la escuela, sus implicaciones didácticas y la íntima relación con la ciencia, por lo cual en esta propuesta se habla de campo científico y tecnológico.

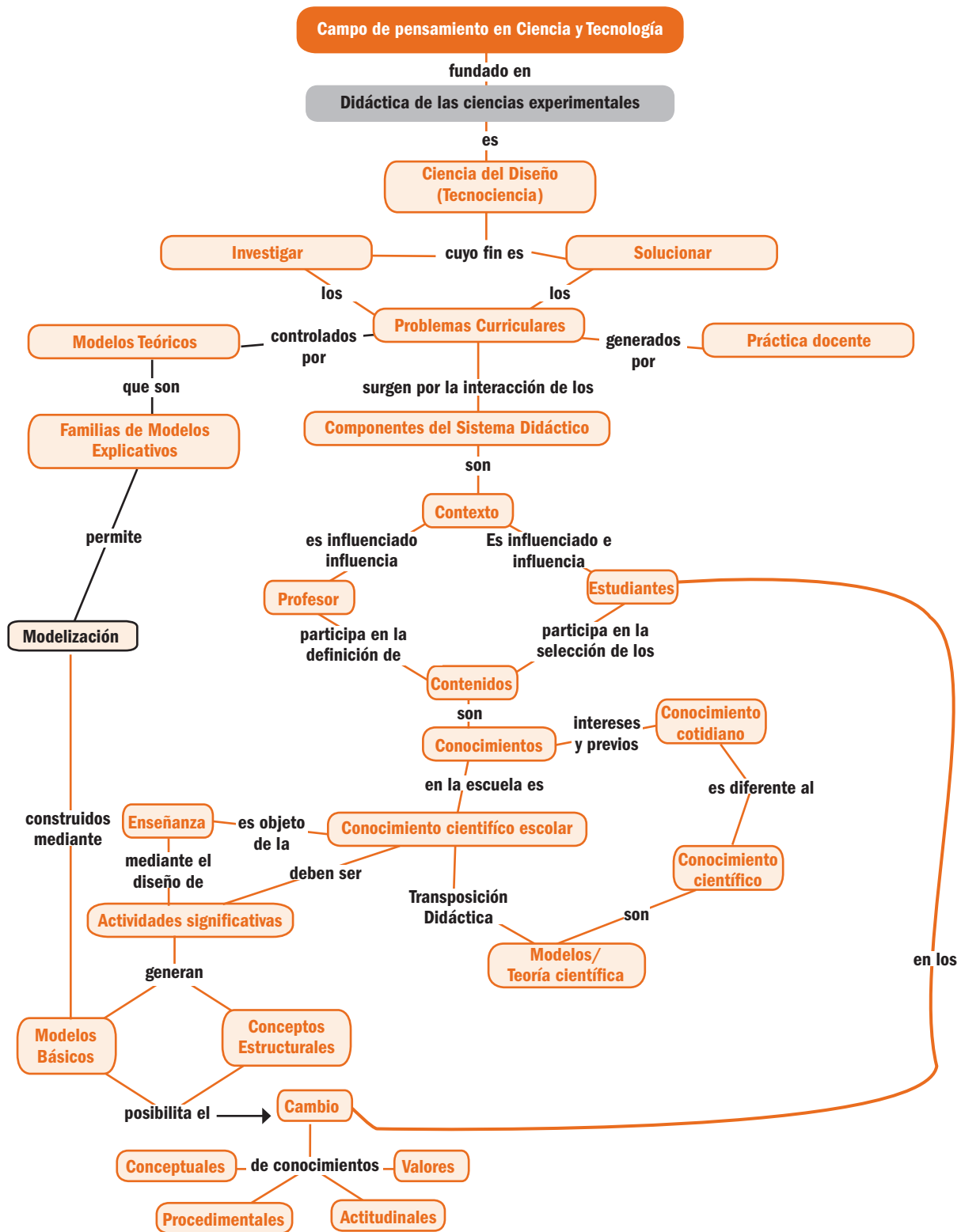
En la escuela, el área de tecnología recoge diversas perspectivas provenientes de actividades humanas ‘disciplinadas’. Todas ellas estarían presentes dentro de una educación científico-tecnológica de calidad para todos.

Por una parte, está la tecnología como categoría epistemológica: una clase de disciplinas que pretenden intervenir activamente sobre la realidad. Los modelos tecnológicos deberían ser parte del currículo escolar, y en diálogo cercano con los modelos científicos sobre los cuales se fundamentan, en una interfaz fructífera entre ciencia pura, ciencia aplicada, ciencia de diseño, desarrollo tecnológico, aplicación tecnológica, y técnicas y artesanías.

De otro lado, la tecnología puede ser entendida como un conjunto de artefactos, herramientas, instrumentos y símbolos creados para la transformación de la realidad a gran escala. Por tanto, la presentación de ‘instrumental’ científico, su análisis, su uso y su crítica también deberían constituir una porción relevante de lo aprendido en la escuela.

También se puede entender la tecnología como la creación de ideas, técnicas y herramientas para la gestión de procesos, productos, personas e ideas. En este sentido, algunos conceptos relacionados con la gestión de proyectos, el diseño de procedimientos y de productos, la presentación de ideas y

Figura 3.1  
Enseñar ciencias



propuestas, o la organización de procesos e instituciones deberían formar parte del currículo escolar.

Por último, un lugar del campo tecnológico escolar debería estar dedicado a las tecnologías de la información y la comunicación, mostrándose cómo la electrónica y la informática de la segunda mitad del siglo XX han revolucionado las relaciones sociales, las estructuras de trabajo y estudio y la vida cotidiana.

Con base en lo anterior, la importancia de la tecnología en la escuela radica en que contribuye a preparar a los estudiantes para participar de los rápidos cambios tecnológicos que se están dando día a día. Los niños y las niñas aprenden a pensar y a intervenir creativamente para mejorar la calidad de vida. Esta área estimula a los alumnos para que sean autónomos y personas creativas a la hora de resolver problemas, bien de forma individual o como parte de un equipo. Los educandos deben buscar suplir necesidades, perseguir lo que desean y buscar oportunidades mediante el desarrollo de ideas y la construcción de sistemas y productos. Ellos combinan habilidades prácticas e intelectuales en la comprensión de las implicaciones estéticas, sociales y ambientales; así como las funciones y prácticas industriales de diferentes procesos tecnológicos. Así mismo, reflexionan y evalúan el pasado y presente de la tecnología, sus usos y efectos. Aprenden a usar tecnologías actuales y a considerar el impacto de los desarrollos tecnológicos futuros. A través de la tecnología, pueden llegar a ser usuarios de diversidad de productos, con la suficiente capacidad para seleccionarlos y evaluarlos adecuadamente, y también llegar a ser innovadores. En esta área los alumnos combinan las habilidades prácticas y tecnológicas con el pensamiento creativo para diseñar y construir productos

y sistemas que satisfacen necesidades de los seres humanos. De igual manera, les ayuda a comprender los valores y creencias de diferentes grupos y comunidades permitiéndoles clarificar y desarrollar la suya.<sup>6</sup>

La tecnología en la escuela posibilita a los niños y niñas, en primer lugar, desarrollar, planificar y comunicar ideas. Así, generan ideas: pensando en su propia experiencia o en la experiencia de los demás, sobre los productos después de saber y comprender cómo se usan, y haciendo propuestas de diseño, entre otras.

En segundo lugar, fortalece a los niños en la evaluación de procesos y productos, ya que les permite hablar sobre sus ideas, diciendo lo que les gusta y lo que les disgusta; reconociendo que la calidad de un producto depende de qué tan bien está construido y qué tanto cumple con su propósito (teniendo en cuenta consideraciones sociales y económicas y ambientales); identificando y usando criterios de juicio sobre la calidad de los productos de otras personas, si los recursos se han utilizado de manera adecuada, el logro de los objetivos y su impacto más allá de los propósitos para los cuales han sido diseñados, por ejemplo, impactos globales y ambientales de los productos y evaluación de su sostenibilidad.

En tercer lugar, promueve la comprensión cultural, mediante el estudio de la contribución de los productos a la calidad de vida de diferentes culturas, y evaluando las respuestas de la gente de otras culturas sobre los problemas de diseño que los alumnos encuentran. La sensibilidad cultural, así como la diversidad cultural, son elementos que deben ser activamente promovidos

<sup>6</sup> Design and technology – the National Curriculum for England; QCA, (2007).



y valorados en todos los aspectos científicos y tecnológicos, habilitando a los estudiantes a comprender mejor los impactos culturales del diseño. De igual manera les permite entender el impacto de las decisiones y desarrollos científicos y tecnológicos en el ámbito local, nacional y a nivel global. La enseñanza del campo científico y tecnológico en un contexto global les ayuda a comprender y apreciar: similitudes y diferencias culturales, contexto cultural, cambio cultural, interpretaciones culturales; ya que las ideas, creencias y valores de los orientadores de procesos y diseñadores de productos están relacionados a un tiempo y lugar en el cual ellos trabajaban, y al mismo tiempo las culturas no son estáticas, y por supuesto las percepciones que tenemos de ellas cambian.

### 3.2. La Ciencia erudita y la Ciencia a enseñar

En la escuela existen variados tipos de conocimientos, dependiendo de sus actores, interacciones y contextos particulares. Al analizar el trabajo de la Ciencia y la Tecnología, es posible identificar la coexistencia de tres tipos de conocimientos que orientan su aprendizaje y enseñanza: el conocimiento cotidiano, el científico-tecnológico y el escolar.

El conocimiento cotidiano se va adquiriendo día a día mediante un proceso de interacción cultural con la sociedad y de interacción espontánea con el mundo. Este conocimiento permite desarrollar procesos de comprensión y adaptación permanentes con entorno. Se plantea que es un “sistema de ideas” coherente y da origen a las denominadas ideas previas, que son auténticos “esquemas conceptuales” y no solo simples preconcepciones aisladas (García y Pinilla, 2006).

Las interpretaciones cotidianas de los fenómenos y del mundo en general son persistentes, de fácil adaptación y presentan un alto poder explicativo. Bien lo decía Bachelard (1972) cuando afirmaba: “Me ha sorprendido siempre que los profesores de ciencias, en mayor medida, si cabe, no comprendan que no se comprenda. (...) No han reflexionado sobre el hecho que el adolescente llega a la clase de física con conocimientos empíricos ya constituidos: se trata, pues, no de adquirir una cultura experimental, sino más bien de cambiar de cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana”. La idea no es eliminar de tajo ese conocimiento cotidiano sino retomarlo para contextualizar las explicaciones generadas en la enseñanza y el aprendizaje en el medio en el que se encuentran los estudiantes. El conocimiento cotidiano siempre va a existir, ya que en otros contextos diferentes a la escuela es un conocimiento básico para comprender la cultura propia de una sociedad, y por supuesto indispensable para que un individuo se socialice en su medio.

El conocimiento científico-tecnológico o conocimiento erudito es aquel que producen los expertos de las ciencias y las ingenierías en la frontera de la Ciencia y la Tecnología. Este conocimiento es producido, validado y avalado por una comunidad de expertos. Al cuestionar a los profesores(as) sobre los conocimientos de las ciencias que se enseñan en la escuela, son numerosas las respuestas que se reciben; la mayoría de ellas se centran en afirmar que en la escuela se enseña la ciencia “producida por los científicos” de manera directa y que el objetivo es que los estudiantes se aproximen al conocimiento científico reconocido por las comunidades de especialistas (García y Pinilla, 2006). Lo que se está planteando entonces es la necesidad

de formar “pequeños hombres de ciencia” enfocándose en un método fuertemente experimental (el “método científico” clásico), desconociendo que la conceptualización tradicional del método ha resultado bastante insuficiente e incongruente para dar cuenta de la actividad científica (Hodson, 1994).

Los planteamientos de Ronald Giere (1988) permiten interpretar la Ciencia y la Tecnología, respectivamente, como actividades cognitivas relacionadas con la generación de conocimiento.

La idea importante que se quiere resaltar aquí, es que la ciencia y la tecnología son mucho más que conocimiento, se trata de verlas como actividades humanas, que además de conocimiento también incluyen otros elementos como los hechos, lenguajes, métodos, normas, valores e intereses, y que se desarrollan en contextos históricos y culturales particulares.

Si se considera la ciencia como conocimiento definitivo alcanzado por los científicos con métodos objetivos y seguros, y la tecnología como la aplicación directa del saber científico que hacen ingenieros y expertos, el papel de la escuela será, lógicamente, llevar este conocimiento a los estudiantes; se les presentará acabado y se les pedirá que lo aprendan. A fin de evitar ambigüedades, se buscará el lenguaje más adecuado (preciso, unívoco...) para exponerlo. Los hechos se reducirán a simples ilustraciones de la teoría, los objetivos de la ciencia y la tecnología y sus aplicaciones y contextos de desarrollo no estarán entre sus prioridades. En cambio, al apreciarlas como actividades humanas, ya no se trata de un conocimiento inmaterial, sino de actividades de personas con sus conocimientos más o menos elaborados, sus objetivos cada vez más claros y con intenciones de transformar el mundo.

El conocimiento científico y tecnológico escolar surge de pensar en la especificidad de la ciencia y la tecnología escolar, es decir, de las actividades científico-tecnológicas adelantadas en el colegio. Estas actividades se pueden considerar científicas cuando tienen una estructura y unos contenidos similares a los que realizan los científicos y son tecnológicas en tanto asumen propósitos de transformación desarrollados a partir de acciones como el diseño, la invención o la innovación. La ciencia erudita y la ciencia escolar son similares en cuanto: se trata de actividades dirigidas a la resolución de problemas (tienen objetivos relevantes), implican la presencia clave de hechos y teorías científicas, utilizan el lenguaje adecuado para comunicar con éxito, y hacen evolucionar todos estos elementos hacia el logro de finalidades valiosas.

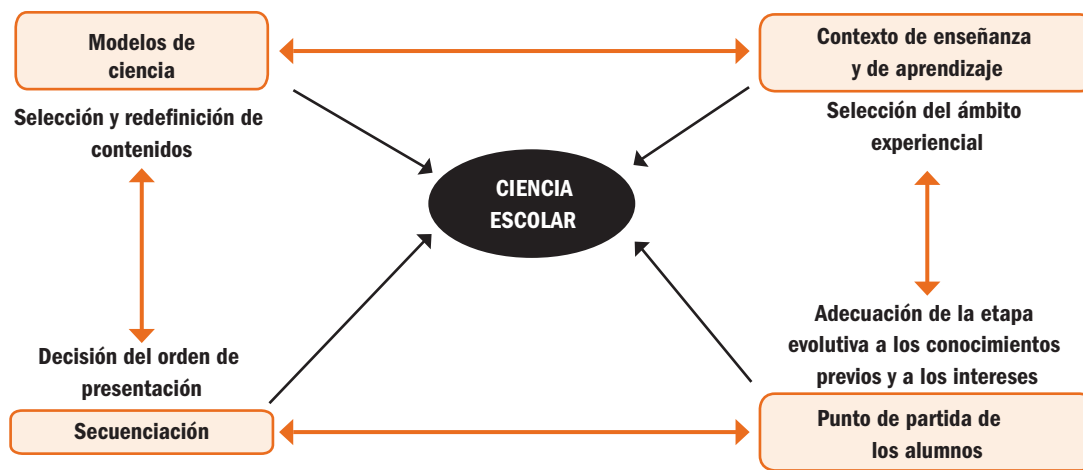
Sanmartí (2002) menciona que cuando se piensa en la ciencia escolar se deben tomar decisiones, en este sentido explícita o implícitamente, se parte de criterios en relación a cuatro grandes aspectos (figura 3.2):

- Los modelos de ciencia de referencia más significativos.
- Los posibles contextos para la enseñanza / aprendizaje.
- Los niveles, intereses y conocimientos previos del alumnado.
- Los posibles órdenes de presentación de los contenidos (secuenciación).

Para realizar una selección más adecuada de lo que se va a enseñar en la escuela, es necesario desarrollar todo un proceso para contextualizar y convertir un objeto de saber científico en otro para ser enseñado y aprendido, proceso que se denomina “transposición

Figura 3.2

Caracterización de la Ciencia Escolar (Tomado de Sanmartí, 2002)



didáctica” (Chevallard, 1991). Dicho proceso implica (ver figura 3.3), entre otros, conocer los fundamentos históricos y epistemológicos de la disciplina a enseñar, los referentes psicológicos que orientan el aprender a aprender, así como las ventajas y desventajas de unos determinados contenidos y procedimientos, los referentes didácticos acorde a la disciplina objeto de estudio, y todo esto correlacionado con el espacio geográfico y el momento histórico donde se va a desarrollar el proceso educativo.

Por otro lado, es imperativo que, al pensar en el qué enseñar, las actividades que se incluyen realmente sean llevadas adelante por los alumnos, no simplemente “presentadas” a ellos. Por eso es necesario que los educandos construyan los elementos que se han puesto en juego y sean los verdaderos realizadores de la actividad, no simplemente los ejecutores de las órdenes del profesor o del libro de texto. Se debe buscar que el aprendizaje sea significativo, lo cual implica que los estudiantes sean capaces de: representarse correctamente el objetivo o la finalidad; relacionar los he-

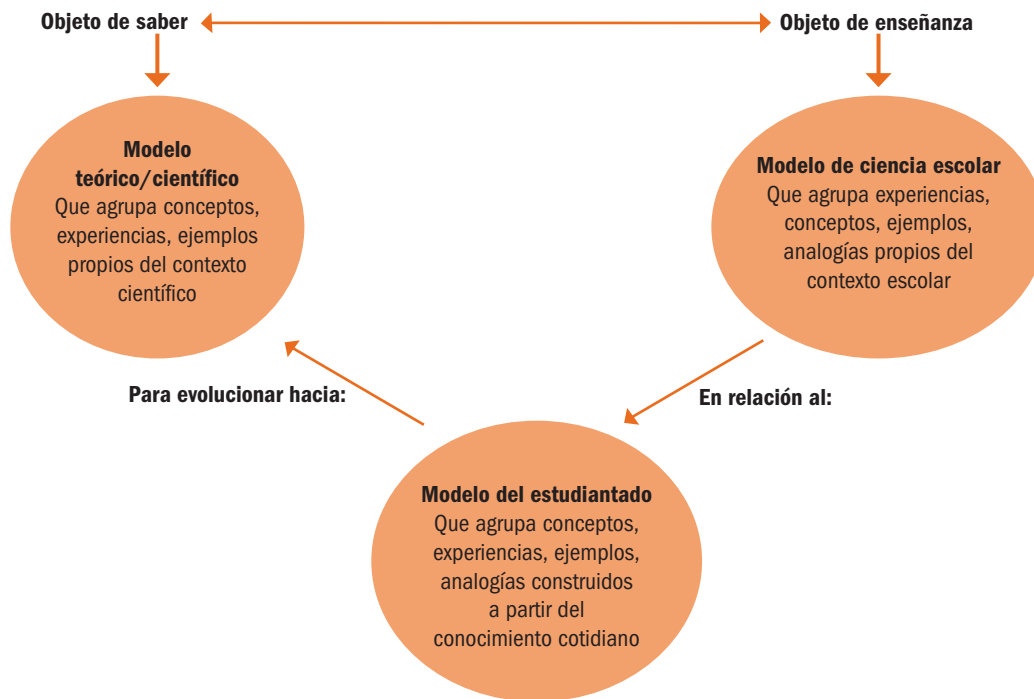
chos con la teoría pertinente; utilizarla para reflexionar, para tomar decisiones y para abordar la resolución de problemas genuinos; actuar sobre los hechos de acuerdo con las finalidades; utilizar un lenguaje apropiado para comunicar lo que ha hecho y por qué...; es decir, manejar una intervención razonable, razonada y valiosa sobre el mundo real (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003).

Sólo se puede aprender bien aquello que se aplica, ya que es en la situación diferente al ejemplo prototipo, donde se pueden aplicar los conocimientos vistos en el aula. Y esto únicamente se puede realizar en la medida en que el profesor enseña a analizar las variables de una situación, a categorizarlas, a diferenciarlas y estudiarlas de manera independiente en un trabajo experimental, desarrollando la toma de decisiones y la explicación como habilidades básicas en el aprendizaje de las ciencias. Pero lograr esto requiere de un fundamento desde la filosofía de la ciencia y de un modelo que posibilite el desarrollo de cada uno de los elementos mencionados con antelación.



Figura 3.3

Transposición Didáctica (Tomado y adaptado de Sanmartí 2002)



A continuación se describen algunas características de la ciencia escolar planteadas por Izquierdo y Aliberas (2004):

- La relación entre la realidad y la teoría no es tan directa como la mayoría de los estudiantes cree, ya que ésta no puede ser una simple descripción del mundo tal como es. La realidad es mucho más compleja para que pueda ser representada completamente con nuestras limitadas capacidades cognitivas. Esta relación ha de tener la suficiente flexibilidad tanto para dar cuenta de lo que pasa en el mundo, como para transformarlo por una evolución continua. Se debe propender por fortalecer los contenidos conceptuales (los procedimentales, actitudinales y los valores), a diferencia de la enseñanza tradicional que se centra principalmente en hechos y teorías.
- La ciencia escolar debe orientarse desde una perspectiva de evolución por criterios racionales. En ese sentido ha de proponerse transmitir una imagen evolutiva de la ciencia, bien diferente de aquella que se presenta como totalmente acabada e incontrovertible, en algunos casos convertida, en un dogma o algo mágico. De igual manera, se deben orientar las actividades hacia el fortalecimiento de la capacidad del razonamiento y juicio de los estudiantes en el contexto adecuado. Para poder lograr esto, se hace necesario que se revisen los contenidos de los diferentes espacios académicos, ya que en las didácticas tradicionales se ha venido generando una saturación de contenidos en los diferentes programas, con lo cual a la hora de enseñar, el profesor (a) se siente muy presionado por abarcar una

gran cantidad de ellos en un tiempo muy reducido. Así no todos los contenidos científicos son igualmente centrales ni tienen el mismo poder explicativo.

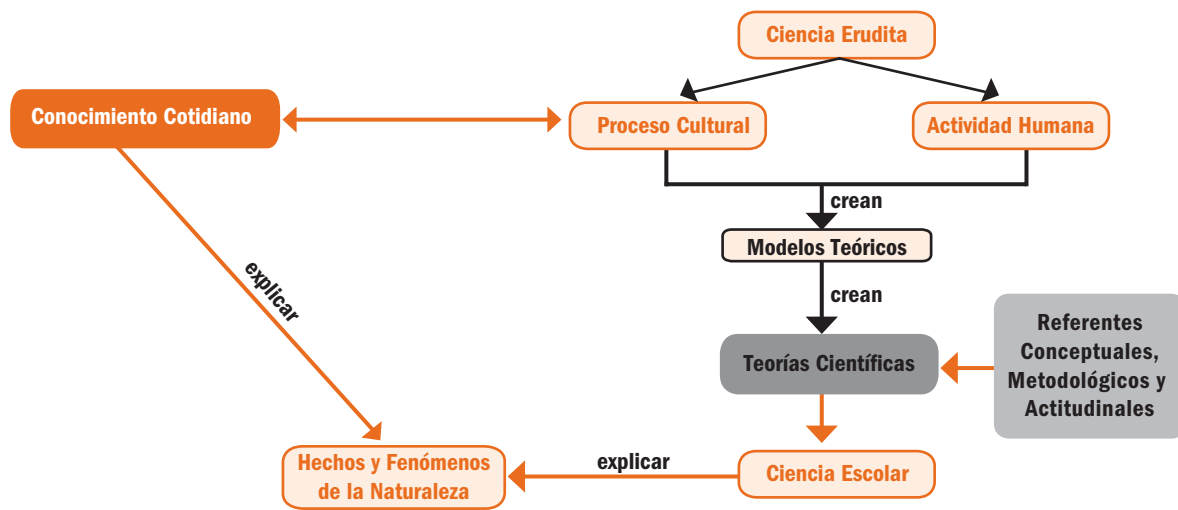
- La evolución de las concepciones científicas del alumnado ha de realizarse en forma individual pero en un contexto comunitario. Es necesario promover foros de discusión en los cuales ellos tengan la oportunidad de expresar sus puntos de vista frente a una situación problemática, de tal manera que puedan cooperar entre sí y buscar posibles soluciones. En este sentido, es muy importante reconocer que los estudiantes presentan diferentes tipos y ritmos de aprendizaje, por lo cual, se requiere adaptar los objetivos a sus necesidades. Igualmente, en la actividad científica el lenguaje desarrolla una función central como una herramienta de representación y comunicación, de tal manera que si se reconocen los elementos que permiten la comunicación y los que la

dificultan, es posible actuar de acuerdo a ello. Finalmente, bajo esta perspectiva, no podrían faltar los medios para detectar y regular continuamente esta evolución.

- No se debe olvidar que el destinatario de la ciencia escolar es el ciudadano, incluido allí el futuro científico. La idea es proporcionar una formación que le permita vivir activamente en una sociedad compleja en constante cambio, dándole significados a los hechos, siendo capaz de establecer relaciones, de intervenir en ella, y de aportarle en forma de trabajo, así como de fortalecer la crítica y la creación de alternativas. En esta misma línea la enseñanza de las ciencias no puede ser neutral, el profesorado ha de enseñar determinados valores irrenunciables, y las actividades escolares deben orientarse hacia la construcción de estos, ayudando a los alumnos a vivenciar su propia escala de valores vitales. De igual forma la Ciencia y la Tecnología deben

Figura 3.4

Relación entre la ciencia erudita, el conocimiento cotidiano y la generación de modelos que soportan la ciencia escolar.



ubicarse al alcance de las capacidades de los educandos, para que participen generando propuestas y soluciones, como lo harían los científicos, es decir les permitiría entender la Ciencia y la Tecnología como una obra humana.

En la figura 3.4, se evidencia la ciencia erudita como un proceso cultural interrelacionado con los conocimientos cotidianos y de modelos teóricos que soportan la ciencia escolar y posibilitan la creación de explicaciones frente al entorno de los estudiantes.

### 3.3. Ciclos de formación, desarrollo del pensamiento y la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología

Considerar la escuela como el lugar privilegiado para la organización, estructuración y (re)construcción de conocimiento y su comunicación implica que la actividad mental del sujeto que aprende juegue un papel mediador, ya que el conocimiento (re)construido por el estudiante no es una fiel repetición o reproducción del elaborado por la disciplina, sino que es una reconstrucción de forma personal. Esta depende de las características de cada alumno, de los esquemas de conocimiento que posee, de sus representaciones, del contexto social en el que se desenvuelve, de las experiencias educativas anteriores, de las vivencias personales, de los hábitos adquiridos y de las actitudes que él posee frente al aprendizaje (Jorba, 2000).

Estos procesos desarrollados en la escuela son importantes en la medida que son útiles para la identificación e interpretación de los diferentes datos que nos llegan del mundo exterior; tal interpretación se hace a partir de la capacidad que tiene el ser humano para

representar y llegar a construir diversos sistemas con los cuales puede ver, simbolizar y pensar sobre el mundo.

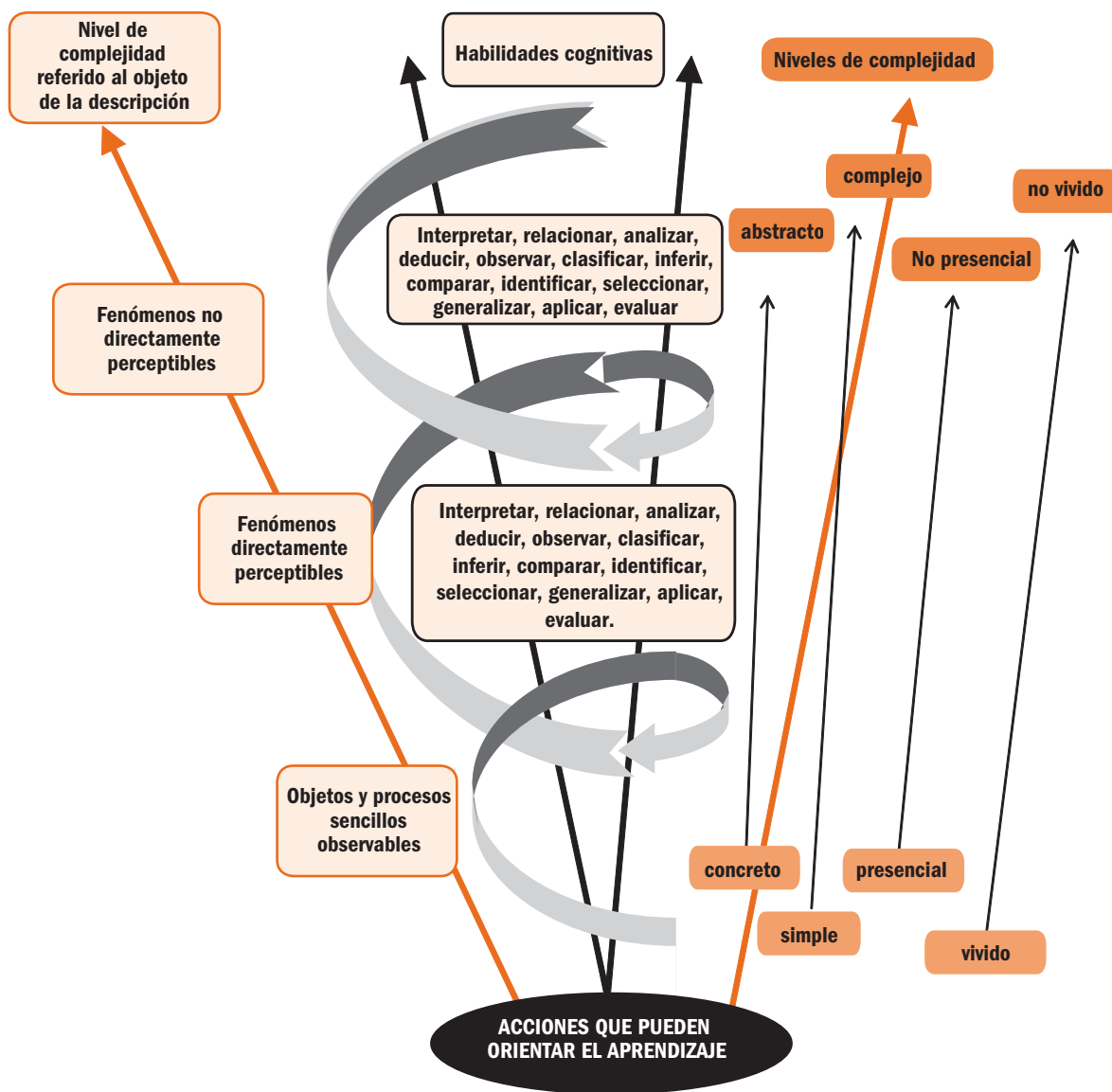
Las representaciones de los estudiantes evolucionan en complejidad y abstracción en la medida en que avanza el proceso de escolarización del sujeto; en este, la interacción con otros se constituye en el factor que moviliza el proceso de aprendizaje en el contexto escolar. La representación es una tarea cognitiva individual, ya que las interpretaciones, a partir de las cuales se forma la representación, son personales y difieren de una persona a otra; sin embargo, las construcciones y reconstrucciones del saber se llevan a cabo con perspectivas, ideas, teorías y formas de ver que proporcionan los demás, bien sean los expertos o las personas que ejercen mayor influencia sobre el aprendiz.

Desde el punto de vista del desarrollo cognitivo humano, la percepción, la adquisición de información y la intervención activa son factores fundamentales y punto inicial en la construcción de las ideas, sin el cual no hay posibilidad de representación. Esas actividades cognitivas están reguladas en gran medida por el funcionamiento del cerebro humano, pero además requieren de una acción cultural para poder desplegarse.

Son las estrategias cognitivas las que condicionan las maneras de observar, relacionar y organizar las experiencias, las cuales son ordenadas a partir de unas “reglas de juego” cognitivas que el ser humano pone en funcionamiento y que conducen al desarrollo de estructuras culturales; estas estrategias comunes en niños y adultos se activan a través del aprendizaje. Esto es especialmente válido en el contexto escolar.

Figura 3.5

Tipos de acciones que pueden incluir en situación de aprendizaje (Tomado y adaptado de Jorba 2000)



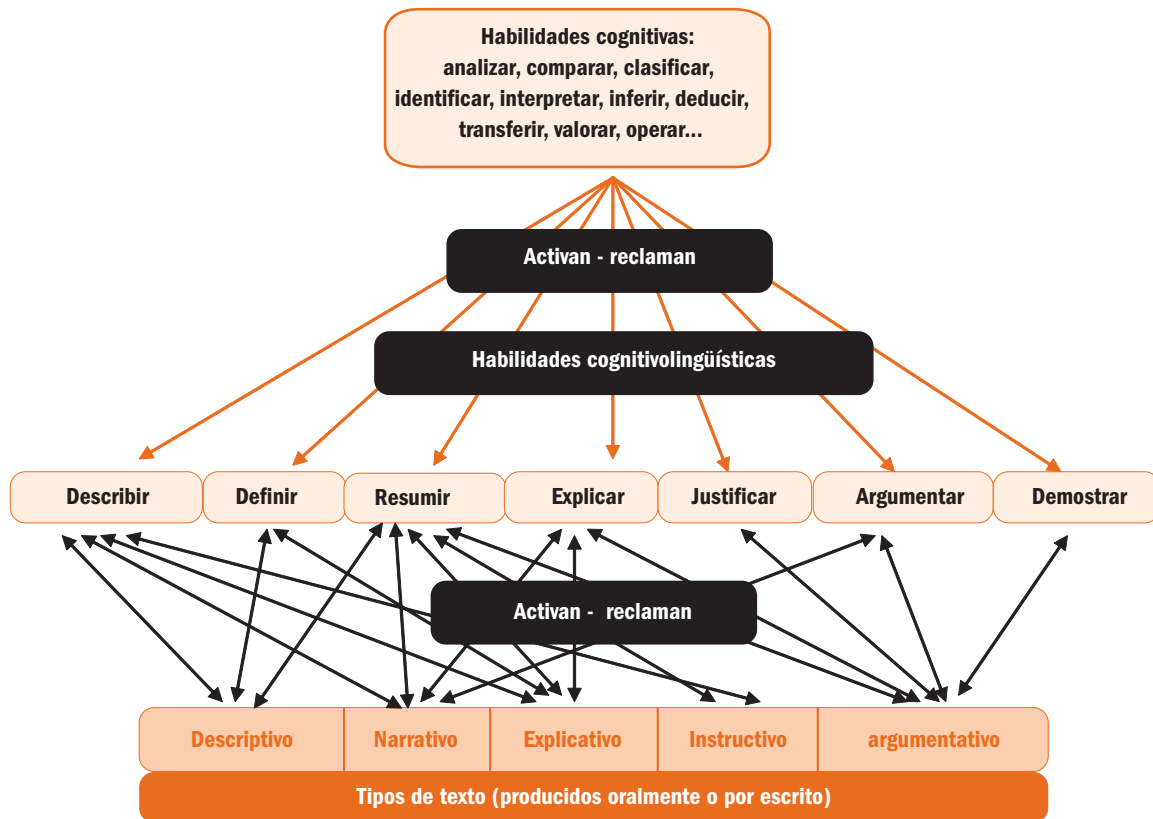
En esta propuesta, “el aprendizaje se concibe como una construcción personal mediada con los otros actores del proceso educativo de enseñar y aprender, como un proceso de comunicación social entre estos actores, como una construcción conjunta que comporta la negociación de significados y el traspaso progresivo del control y de la responsabilidad del proceso de

aprendizaje del profesorado al alumnado” (Jorba, 2000).

Este aprendizaje se puede generar mediante el fortalecimiento y desarrollo de la explicación en el aula de ciencias. Así, se plantea que el conocimiento científico y tecnológico escolar está asociado a la capacidad de explicación de los estudiantes (Sanmartí, 2002; Izquierdo, 2000), la cual depende, entre otras cosas, del

Figura 3.6

Relación entre habilidades cognitivas y tipología textual.



nivel de abstracción alcanzado conforme al grado de escolaridad, tal y como se evidencia en las figuras 3.5 y 3.7.

Es importante mencionar que los profesores deberían orientar a los estudiantes para que aprendan a explicar sobre los fenómenos que se estudian en las clases de ciencias, haciendo uso de ciertas habilidades cognitivo-lingüísticas<sup>7</sup> que van asociadas al desarrollo cognitivo y comunicativo de los alumnos. En este sentido, se pueden dar esas explicaciones en ámbitos concretos y abstractos o en aquellos que requieren tomar una postura crítica y reflexiva.

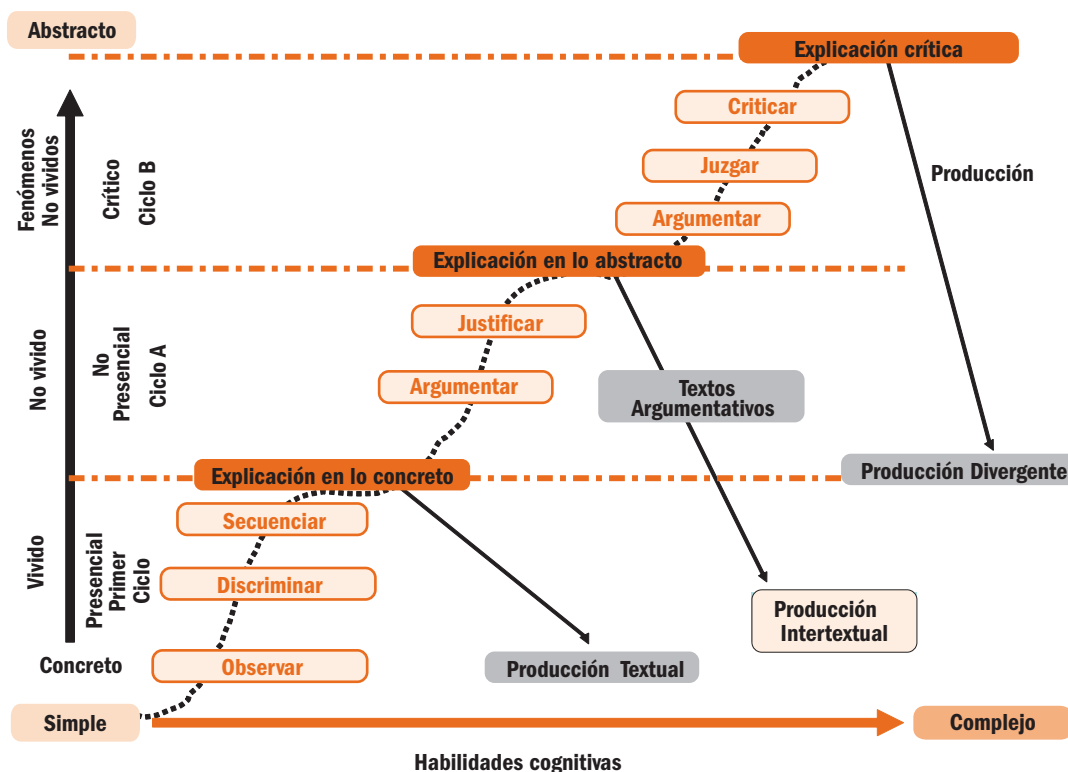
En situaciones relacionadas con lo cercano, vivido y concreto -propias del primer ciclo-,

los estudiantes desarrollan la capacidad de construir explicaciones al enfrentarse a problemas que requieren la aplicación de procedimientos rutinarios y sencillos, donde existe un alto grado de concreción y baja complejidad (ver figura 3.7). Estas situaciones están relacionadas con objetos y procesos sencillos y directamente observables, con operaciones

<sup>7</sup> Esta clase de habilidades, Jorba (2000) las denomina cognitivo lingüísticas porque están estrechamente relacionadas con las tipologías textuales, como se observa en la figura 3.6. Se incluyen en esta categoría habilidades como: describir, definir, resumir, explicar, justificar, argumentar y demostrar. Habilidades que, si bien son transversales, se concretan de manera diferenciada en cada una de las disciplinas, para este caso Ciencias Naturales y Tecnología. En este sentido, no es un aspecto que deba ser abordado sólo desde el área de Lenguaje sino que debe afrontarse desde las diversas áreas curriculares si no se quiere caer en la trampa de producir textos cuya estructura esté de acuerdo con las características marcadas desde las tipologías textuales, pero vacíos de contenido.

Figura 3.7

Ciclos de formación, nivel de complejidad del conocimiento científico y tecnológico. Habilidades cognitivas y habilidades cognitivo-lingüísticas



simples y concretas, y siempre a partir de experiencias vividas de manera presencial por el estudiante. Las habilidades cognitivas que se desarrollan en este tipo de explicaciones son: observar, percibir, discriminar y nombrar.

En situaciones en las que se estimula a los alumnos a asumir una posición inferencial - propia del ciclo A-, se desarrolla la capacidad para construir explicaciones (ver figura 3.8) al enfrentarse a problemas que requieren la aplicación de procesos relacionados con experiencias no presenciales, no vividas, con mayor nivel de abstracción y complejidad. Las habilidades cognitivas que permiten desarrollar este tipo de ex-

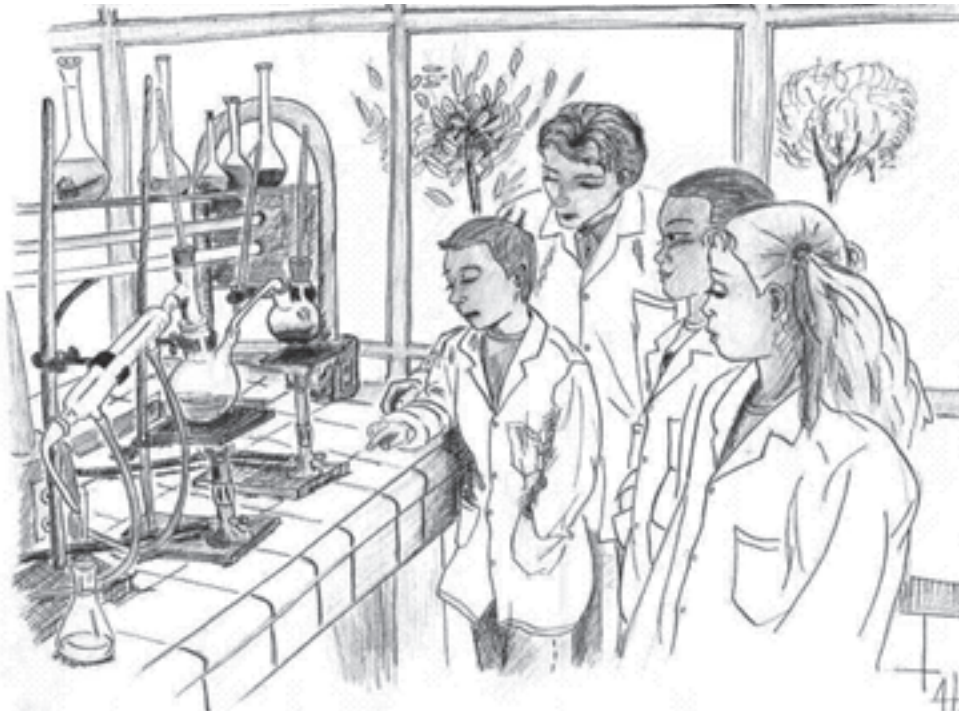
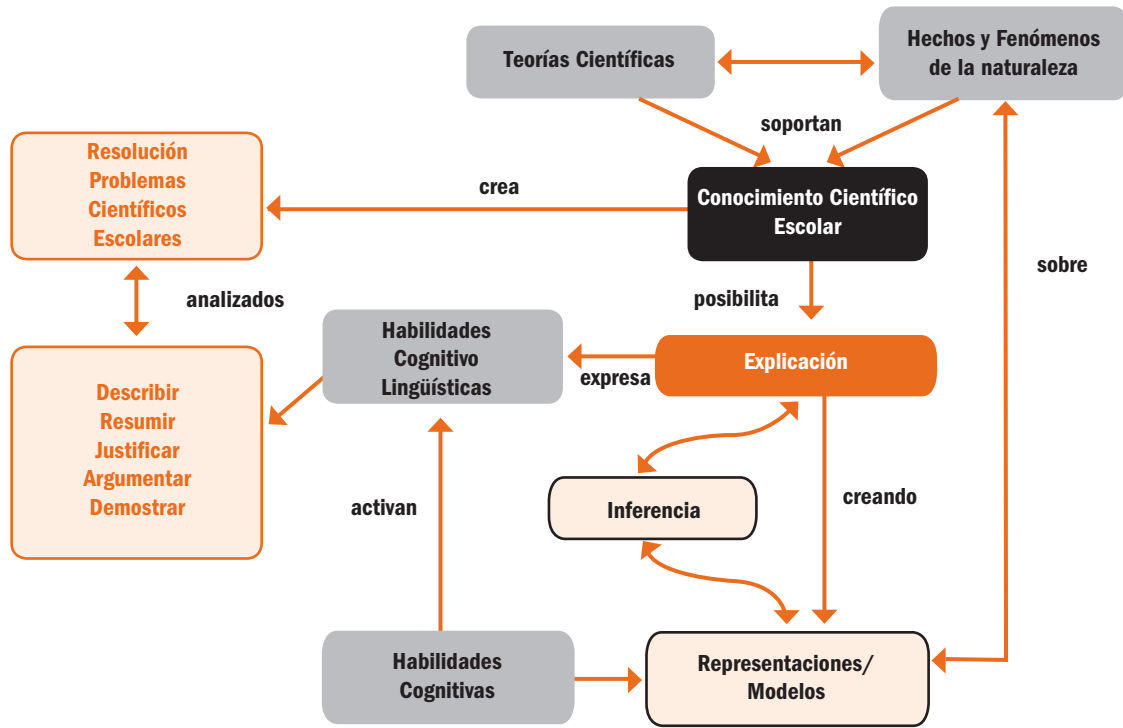
plicaciones son: describir, comparar/contrastar, categorizar/clasificar, inferir, identificar, explicar, analizar/sintetizar y resumir (ver figura 3.6).

En situaciones en las que se estimula a los estudiantes a asumir una postura reflexiva, se desarrolla la capacidad para construir explicaciones al enfrentarse a problemas relacionados con fenómenos no directamente perceptibles, que exigen creatividad e innovación, ya que los métodos clásicos no dan respuesta. Por lo tanto, estas situaciones corresponden a un nivel superior de abstracción y complejidad, donde el énfasis está puesto en lo crítico y metarreflexivo (ver figuras 3.7 y 3.8).



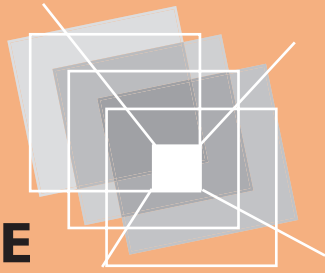
Figura 3.8

La explicación y su relación con la ciencia escolar









**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# Elementos para el desarrollo y el aprendizaje en Ciencia y Tecnología



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***



## 4. Elementos para el desarrollo y el aprendizaje en Ciencia y Tecnología

### 4.1. Desarrollo de la comunicación en Ciencia y Tecnología (generar y utilizar lenguajes)

En el proceso de conocer nuevos ambientes y relacionarse con personas, el ser humano requiere de una comunicación adecuada, clara y precisa para poder comprender y hacerse entender en otros medios diferentes a los suyos. En este sentido, cuando un individuo intenta aprender algo nuevo en un contexto escolar, exige de procesos de comunicación adecuados, precisos y específicos para poder comprender lo que le están comunicando y lo que quiere expresar. Así, el aprender Ciencia y Tecnología implica que el estudiante se apropie de ciertos lenguajes específicos de estos campos (física, biología, química, diseño, etc.) los cuales pueden, y deben ser puestos en juego a la hora de realizar explicaciones de fenómenos y de procesos. Con un uso adecuado de este lenguaje, los alumnos estarán mejor habilitados para comunicar sus propias ideas y sus conocimientos de forma oral y escrita.

En este sentido, los educandos deberían aprender el lenguaje de la ciencia para que lean crítica y activamente, desarrollando interés por

la lectura sobre esa área y, al mismo tiempo, la habilidad de escudriñar minuciosamente afirmaciones y argumentaciones expuestas en la prensa y en la televisión basadas en la “investigación científica” o en la “evidencia científica”. Así, usar el lenguaje de la ciencia es fundamental para el aprendizaje significativo de la misma y para garantizar una comunicación clara y eficaz. Tal como lo postuló Vigotsky (1988), cuando los niños utilizan palabras, desarrollan conceptos. El desarrollo del lenguaje y el desarrollo de los conceptos están íntimamente relacionados; en este sentido, el pensamiento requiere lenguaje y el lenguaje requiere pensamiento.

En esta línea, ha sido la perspectiva sociocultural en psicología la que ha prestado atención a la importancia del lenguaje en el aprendizaje. Esta perspectiva analiza las funciones mentales o los procesos de aprendizaje de las ciencias, en conexión con el contexto social y no como si tuviesen lugar en el vacío o en condiciones ideales de laboratorio (Jiménez, 2003). Vigotsky afirma que la interacción social juega un papel fundamental en el desarrollo cognitivo que las funciones mentales superiores (pensamiento, atención, memoria) derivan de la vida social. No debe entenderse

esto de forma simplista como si la psicología individual replicase los procesos sociales, sino como un reconocimiento de la conexión entre los procesos mentales y los sociales (Jiménez, 2003). Gran parte de los procesos sociales relacionados con las funciones mentales y procesos comunicativos están conectados, pues son las prácticas comunicativas humanas las que hacen surgir las funciones mentales del individuo (Wertsch 1993).

El lenguaje permite el surgimiento de nuevas explicaciones, dando nombres a las relaciones observadas y a las nuevas entidades que se requiere justificar, y por eso es una herramienta que permite cambiar la manera de “mirar” los fenómenos (Izquierdo y Sanmartí, 2000).

Las situaciones de aprendizaje se interpretan como procesos comunicativos; se entiende que para que el aprendizaje se produzca tiene que haber comunicación, pues si ésta se rompe, el aprendizaje se dificulta o no se produce. Sin embargo, es importante tener presente que el lenguaje que se utiliza en las clases de ciencias es un lenguaje específico, muy diferente al lenguaje cotidiano, denominado lenguaje científico escolar.

Una diferencia, es obviamente, la existencia de términos nuevos o palabras que usualmente no se emplean en el ámbito cotidiano, tales como entropía, entalpía, por citar sólo algunos ejemplos. En este sentido, se hace necesario una adecuada introducción de términos nuevos para los estudiantes, sin que lleguen a ser excesivos y que los obliguen a aprenderlos de manera memorística. Dominar el lenguaje de las ciencias no es tanto recordar la definición de una palabra, como ser capaz de aplicar el concepto a la interpretación de los fenómenos naturales que según el caso sean objeto de estudio. Otra diferencia entre lenguaje cotidiano y el lenguaje científico escolar, radica en el uso en la clase de ciencias de palabras que tienen

un significado conocido como para los estudiantes en su medio ambiente y para las que es necesario construir un significado nuevo en el marco de las explicaciones científicas escolares. Así ocurre por ejemplo, con calor, trabajo, elemento, entre otras.

Uno de los objetivos que se propone la enseñanza de las ciencias es que los estudiantes se apropien de sus formas específicas de usar el lenguaje científico escolar, que aprendan a hablar del mundo de otra manera, lo que constituye una parte importante de pensar científicamente (Jiménez, 2003).

## 4.2. Fortalecimiento de la práctica en Ciencia y Tecnología (intervenir en el mundo)

Gran número de investigaciones realizadas durante cinco décadas se han centrado en optimizar y recuperar el carácter experimental, ya que, bajo la perspectiva de ciertos modelos tradicionales, este estaba mal empleado, subutilizado e incluso olvidado. Este hecho es algo que, a pesar del mismo origen de la Ciencia y la Tecnología, se da con cierta frecuencia (con menor frecuencia desde hace unos diez años) en las instituciones escolares de educación secundaria: la ausencia de la práctica en el desarrollo de las clases de Ciencia y Tecnología. En otros casos donde se cuenta con dichos espacios, se presenta desconocimiento y olvido por parte del profesorado de las operaciones básicas de laboratorio, del material, equipos y del manejo de los reactivos e instrumentos que se emplean cotidianamente al enseñar Ciencia y Tecnología (García, 2000).

La práctica en la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología es de vital importancia; ha sido fundamental en la construcción

de los conceptos, teorías, etc.; mediante una práctica teórica es que se ha podido comprender la naturaleza y los fenómenos que en ella se presentan. Tomando como referente las ideas de Vygotsky y estableciendo una relación entre este eje y el de comunicación, se observa que el habla y la acción están unidas en una sola función psicológica dirigida a solucionar un problema; también plantea que cuanto más compleja es la acción y más indirecta es la meta, más importante es el papel desempeñado por el habla, es decir, los niños resuelven tareas prácticas con ayuda de su propia habla, así como de sus ojos y sus manos (Vygotsky, 1978).

Por otro lado, la interacción social es fundamental para el progreso global del desarrollo del habla y para el desarrollo de la actividad práctica, así como para la fusión de ambos. En el curso de la resolución de un problema con otra persona, el niño debe comunicarse con ella. Tanto lo cognitivo como lo comunicativo -las funciones intrapersonal e interpersonal del lenguaje- son necesarios para el desarrollo de la actividad mental superior humana. El habla y la actividad práctica están íntimamente relacionadas y unidas, del mismo modo que esa última lleva a la necesidad de usar el lenguaje; además, ambas facilitan el aprendizaje y dan lugar a un desarrollo cognitivo (Garton, 2001).

En este sentido, no se puede hablar de enseñar y aprender Ciencia y Tecnología al margen de la práctica. Sin desconocer que existen diferentes tipos, se pondrá mayor énfasis en los trabajos prácticos por su importancia escolar.

El trabajo práctico se asume como aquella actividad o conjunto de actividades donde los estudiantes son los actores principales de su aprendizaje, basándose en la idea de la experiencia directa (bien planificada y soportada teóricamente) como eje fundamental para su desarrollo. Este tipo de actividades

se encuentran planificadas de manera previa por el profesor, y la orientación durante su desarrollo varía dependiendo de los objetivos y del tipo de trabajo práctico del cual se está hablando, ya que éste puede ser de naturaleza abierta o cerrada.

Esto indica que solo ciertos trabajos prácticos se desarrollan en el laboratorio o talleres y que los que se hacen allí no implican necesariamente la experimentación o el diseño. Desde el punto de vista actual, dichas actividades deberían ser guiadas por una fundamentación teórica previa que delimita su desarrollo en una serie de actividades planificadas -con una antelación suficiente que permita su comprensión- por el profesor o en conjunto con los estudiantes. Son de naturaleza abierta, flexible -opuestas a las guías o manuales tradicionales-, permitiendo espacios para la reflexión y el análisis, el tiempo para su desarrollo depende del alcance de los objetivos propuestos (García, 2003).

Los trabajos prácticos cada vez más se están orientando por el estudio de hechos científicos formulados en forma de problemas abiertos, que se desarrollan como fruto de un proceso de reflexión y análisis en torno a su resolución, y que implican la necesidad de experimentar para abordarlos. Un resultado muy positivo en el proceso de relacionar la práctica -mediante el estudio del “hecho científico”- con la teoría o modelo, se dará cuando el alumno pueda ser capaz de utilizar este nuevo conocimiento de una forma diferente, de cómo podría haberse hecho si sólo se hubiera basado en el estudio de simples enunciados teóricos o postulados.

Cuando el alumno, después de un proceso experimental genera una reflexión sobre esa misma actividad, muy posiblemente realizará diferentes tipos de razonamiento y obtendrá el conocimiento que podría permitirle explicar el hecho estudiado, y en algunos casos, llegará



a sorprenderse con un resultado obtenido. En este momento ese hecho se habrá convertido en paradigmático, porque ha sido capaz de servir como modelo teórico y experimental, y será un elemento central en la relación con el modelo como para hacerlo servir de referencia clave, tanto por la manera de ver las cosas (teoría) como por utilizarlas para trabajar (métodos y procedimientos). Lejos de consistir en simples sucesos reales en el mundo físico los hechos científicos son el resultado de un complejo proceso que involucra, además de los aspectos reales, su conexión con los modelos científicos explicativos y el uso de un lenguaje capaz de dar cuenta de los sucesos, de los modelos y de su relación entre sí. Sin este proceso cognitivo, no es posible tener toda la interpretación científica del simple hecho. Se habla de construcción del hecho científico, ya que éste no es un acontecimiento de la naturaleza, sino la reconstrucción cognitiva que hacemos (Izquierdo y Aliberas, 2004).

Para estudiar el hecho científico es necesario desarrollar una serie de actividades que se podrían organizar en cuatro grandes fases: el modelo de diseño experimental, el experimento, la sistematización y análisis de información y la emisión de conclusiones y juicios.

El modelo de diseño experimental se caracteriza porque incluye el análisis del problema que se desea abordar, una identificación de las variables que lo determinan y que permiten formular las hipótesis que orientarán todo proceso; cuando se realiza un diseño, lo que se hace es una construcción de nuevos estados de conocimiento respecto a una situación problemática y su solución; por lo tanto, el acto del diseño, aunque se exprese en artefactos, sistemas o procesos, o productos, se ubica en el campo del desarrollo mismo del pensamiento.

Por otra parte, el experimento incluye metodologías procedimientos, técnicas e instrumen-

tos; la sistematización y análisis de información implica la organización y estructuración de los datos obtenidos a la luz de los objetivos previamente definidos; y finalmente, la emisión de conclusiones y juicios implica el análisis y reflexión sobre el hecho científico, con el fin de generar explicaciones y argumentaciones a la luz del proceso desarrollado sobre los fenómenos de la naturaleza.

### 4.3. Modelizar para aprender Ciencia y Tecnología (pensar con teorías)

En la escuela se pretende que día a día el estudiante se vaya apropiando de los conocimientos científicos y tecnológicos escolares y los emplee de manera adecuada en una práctica social, mediante la generación de explicaciones cada vez más argumentadas y soportadas en este tipo de conocimientos. Pero ser capaz de pensar y hablar desde la ciencia de los hechos y problemas cotidianos requiere aprender a utilizar los modelos teóricos elaborados por los científicos, lo cual implica, como se ha mencionado con antelación, aprender a utilizar el lenguaje básico para su comunicación.

Para construir y aplicar sus modelos, los científicos han requerido elaborar un lenguaje simbólico y abstracto, y en muchos casos en el contexto escolar se piensa que para aprender sobre los modelos, basta con el aprendizaje de las definiciones olvidando que no son una suma de conceptos, sino un entramado de interrelaciones entre ellos y con los hechos a los cuales hacen referencia (García, 2003).

Se plantea que es necesario que los niños y las niñas expliquen los fenómenos naturales de su entorno, haciendo uso de unos conocimientos previos y de otros nuevos aprendidos en la escuela, de tal manera que puedan construir nuevas relaciones entre estos conocimientos,

y llegar a aplicarlos en otros contextos. Este proceso aparentemente sencillo implica el desarrollo de un proceso mental complejo y requiere, obviamente, que el proceso de enseñanza que se diseñe tenga en cuenta, de manera muy especial, los aspectos relacionados con un lenguaje y la comunicación de las ideas. Por ejemplo, los químicos hacen uso permanente de términos como oxidación, reducción, compuesto químico, y expresan estos procesos mediante unos símbolos, los cuales representan unidades de información como constituyentes en entidades con un significado determinado. Podría pensarse que el aprendizaje de estos conceptos y de los símbolos que se emplean para expresarlos se aprenden jugando de manera algorítmica y se hacen ejercicios para su memorización, pero se olvida realizar una verdadera apropiación de su significado. Esta situación se repite constantemente y podría ayudar a aprobar una prueba, pero estarían muy lejos los estudiantes de estar en capacidad de explicar científicamente los hechos que les rodean cotidianamente.

Es de esta manera que el conocimiento escolar posibilita la generación de explicaciones acerca de los fenómenos estudiados en las Ciencias y de las condiciones de desarrollo de los productos de la Tecnología. Las explicaciones requieren la apropiación de un lenguaje especializado de la Ciencia y la Tecnología escolar, como se ha mencionado. Pensar a través de modelos posibilita establecer relaciones entre la realidad y las ideas construidas con la finalidad de poder predecir y explicar. Desde esta perspectiva de ciencia, aprender en la escuela implica ayudar a los alumnos a construir modelos que tengan significados para ellos. Y serán relevantes siempre que se relacionen con fenómenos familiares sobre los cuales puedan pensar, hablar y actuar.

Se denomina modelización al proceso de construcción de estas relaciones, y se entiende que es un proceso clave para aprender ciencias ya que través de ellos los niños y niñas aprenden a dar sentido a los hechos de su mundo utilizando modelos cada vez más complejos, es decir, hacer ciencia (García, 2003), lo cual implica pensar, hacer, decir y establecer juicios de valor.

La modelación implica la apropiación y construcción de modelos teóricos en la escuela, que son reconstruidos por los estudiantes en la medida en que se van apropiando del conocimiento escolar; estos modelos orientan las explicaciones que los niños y niñas van creando, mediante los cuales se puede inferir la comprensión lograda. En el aula se presentan diferentes interpretaciones de un fenómeno en particular, orientadas desde variadas posturas que se soportan en los modelos interpretativos que los alumnos van construyendo. En este sentido, cuando ellos interactúan en un trabajo en equipo, se genera una confluencia de modelos frente al mismo fenómeno, ante lo cual se hace necesario el diálogo y la negociación soportada en la argumentación, siendo esta la que orienta el proceso de selección o creación del modelo con mayor capacidad explicativa y predictiva.

En este contexto, la modelización es muy importante, entre otras cosas porque permite generar representaciones explicativas de los fenómenos de la naturaleza a los que tenemos acceso diariamente. Los modelos científicos escolares pueden ser representados de maneras muy diversas, desde la elaboración de textos, gráficos, planos, maquetas y prototipos, hasta la simulación, la analogía o la formalización matemática.

#### 4.4. Naturaleza de la Ciencia y de la Tecnología (reflexionar sobre la ciencia)

Al pensar en el contexto social de la ciencia, se observa cómo ocupa actualmente un lugar muy destacado en nuestra sociedad; constituye la base de la tecnología que permite conseguir y mantener el nivel de vida en muchos países: máquinas que facilitan la fabricación masiva de bienes comunes, aparatos que hacen las tareas domésticas o que multiplican las posibilidades de tiempo libre, otros que controlan las condiciones ambientales o que permiten establecer la comunicación a distancia, procesos que posibilitan realizar manipulaciones genéticas con el fin de eliminar enfermedades futuras de los seres humanos, unas técnicas cada vez más potentes que permiten manipular las moléculas y las células. Es evidente que se vive una época de esplendor de la Ciencia y la Tecnología. Pero la ciencia no es una actividad que se realiza en espacios súper especializados, sino en el mundo real, donde se dan las contradicciones y diferencias sociales, económicas y los problemas ambientales como los residuos y la contaminación.

En este contexto, el ciudadano, rodeado de productos de la ciencia (y beneficiado de sus ventajas o perjudicado por sus consecuencias), necesita una formación científica cada vez más importante, bien si va optar por ser un profesional científico como si no. Como un trabajador, porque el mundo laboral requiere personas cada vez mejor formadas en el espectro científico técnico, omnipresente en muchas ocupaciones. Como un usuario, para comprender y manejar con seguridad y eficacia los numerosos aparatos que cotidianamente utiliza. Y, también como un ciudadano, al poder beneficiarse de las formas científicas

de mirar el mundo, entendiéndolas como patrimonio de la humanidad. Igualmente, tener el derecho de formarse una idea crítica del trabajo y de los objetivos de los científicos y de sus posibles consecuencias, para participar activamente y con el conocimiento suficiente en los debates e intervenir responsablemente en el control democrático de sus límites (Izquierdo y Aliberas, 2004). El ciudadano promedio no tiene, en general, una suficiente formación científica de base: la escuela no ha logrado proporcionarle una formación inicial suficientemente buena, y los medios de comunicación tienden a ofrecerle una imagen muy distorsionada de la ciencia y de los científicos. En este sentido, se plantea un gran reto para la escuela del siglo XXI, desde la perspectiva de la Ciencia y la Tecnología, se pretende que éstas contribuyan adecuadamente al desarrollo de habilidades de pensamiento que pueden ser empleadas no sólo en este campo y en el ámbito escolar, sino para la vida en general, formando personas críticas y reflexivas que interactúen de manera equilibrada, responsable y con proyección de futuro frente a su medio.

En esta situación, una nueva perspectiva de la enseñanza de las Ciencias requiere que se estudien y analicen al menos tres campos importantes de reflexión: el social, el epistemológico y el cognitivo puesto que los destinatarios de la ciencia escolar, la concepción de ciencia y la manera de concebir el aprendizaje han cambiado. Así, se debe generar una nueva visión de la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, puesto que se piensa actualmente en educar ciudadanos activos, que su formación de las ideas sobre la ciencia contribuya a que los estudiantes comprendan y transformen la realidad, y de igual manera, sean capaces de pensar, actuar y comunicar con efectividad (Izquierdo y Aliberas, 2004).

Durante muchos años, la enseñanza de las Ciencias ha estado centrada en el estudio de la disciplina misma, tomándose el nombre de esta para denominar una asignatura escolar: física, química, biología, tecnología, etc. En este sentido, los contenidos que se abordaban eran leyes, principios o teorías que fundamentan la disciplina, pero nada sobre cómo se ha construido la ciencia misma. Si bien los conceptos y las teorías son fundamentales, también lo es el hecho de saber la manera en que se han construido esos conceptos y teorías, su validez y limitaciones y sus condicionantes externos; es decir que se debe enseñar el qué (contenidos) pero también algunos aspectos del cómo (lo que se denomina “naturaleza de la ciencia”). Pensar en cómo se construye la ciencia es básico para ir generando una concepción cada vez más alejada de las imágenes estereotipadas de ella que usualmente se transmiten en el aula. Al enseñar el qué sabemos sin el cómo hemos llegado a saberlo se corre el riesgo de proporcionar una formación incompleta en las ciencias (Duschl, 1997).

No se trata de hacer un curso de epistemología en las clases de Ciencias, sino de ir enseñando a los estudiantes la manera como se ha construido el conocimiento a lo largo del tiempo, para que, cada vez más sean capaces de establecer una mirada crítica sobre las visiones positivistas y dogmáticas sobre la Ciencia y la Tecnología y se aproximen a posturas más contemporáneas, que asumen estas disciplinas como una actividad cultural y humana.

Desde perspectivas contemporáneas de la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología, se ha promulgado la necesidad de propiciar aprendizajes que aporten a la formación de los estudiantes como ciudadanos que puedan, a futuro, tomar decisiones responsables y bien fundamentadas e inclusive se conviertan en

generadores de conocimiento más que en consumidores de éste.

De Pro Bueno (2003) resalta algunas implicaciones del estudio sobre la naturaleza de las ciencias y la manera en que deberían incidir en el aula; de estas se destacan las siguientes:

- Si se toma como referente la naturaleza de la ciencia, los conocimientos han surgido para dar respuestas a los problemas y no al revés. Habría que estructurar los contenidos en torno a la resolución de situaciones problemáticas.
- Cualquier selección que se realice (o que se acepte) de contenidos en ciencias lleva implícita o explícitamente una carga ideológica y una forma de verla como actividad humana.
- Muchos de los conocimientos científicos no son intuitivos ni evidentes. Se debe plantear una serie de actividades específicas intencionadas para que los estudiantes las aprendan (no únicamente los conceptos sino también los procedimientos y las actitudes).
- Es difícil aprender algo a lo que no se le ve una utilidad. En estos niveles educativos, el contenido de ciencias que se desarrolle en el aula debe estar conectado con los hechos y fenómenos próximos al estudiante, es decir, "el aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas".
- Aprender ciencias no sólo es aprender conceptos. Es más, el aprendizaje conceptual depende de la estructuración de las concepciones, de la forma de argumentar, de las estrategias de resolución de problemas, de la coherencia de los razonamientos, de la utilidad para

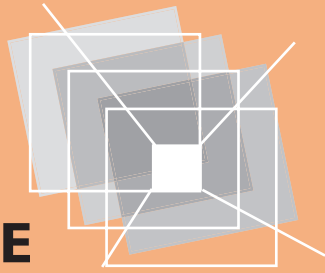
las interpretaciones, del alcance de las transferencias...

- Los alumnos deben ser y sentirse los auténticos protagonistas de su aprendizaje, como ocurre con los científicos; para ello, tienen que explicar sus ideas, discutirlos, cuestionarlos (si es necesario), ampliarlos, modificarlos, aplicarlos...

y, sobre todo, percibir que se usan en el aula.

- No todos los educandos tienen las mismas características ni conocimientos. Es necesaria una pluralidad metodológica para poder crear situaciones de aprendizaje que sean válidas para el mayor número que ellos.





**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# Aspectos didácticos para la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***





## 5. Aspectos didácticos para la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología

### 5.1. Actividades que desarrollan el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología

Esta propuesta se soporta en la consideración de que el aprendizaje es producto de la interacción de cuatro “tipos de pensamiento”, que son favorecidos mediante el desarrollo de cuatro grupos de actividades que se corresponden con ellos:

Actividades para el desarrollo motivacional y de exploración: están relacionadas con las expectativas, actitudes y percepciones que poseen los estudiantes frente al aprendizaje, pues de la valoración positiva o negativa que hagan va a depender la intensidad y la calidad de lo que se aprende. De igual manera, están relacionadas con el planteamiento de problemas abiertos que orienten la actividad, significativos desde la ciencia escolar y desde las expectativas y valores de los estudiantes.

Actividades para el avance conceptual: están relacionadas con el abandono de términos de carácter eminentemente “nocional”, ligados a objetos y procesos no determinados ni específicos, mejorando, o si se prefiere, evo-

lucionando hacia modos de especificación de las clases ya identificadas, alcanzando un cambio en el lenguaje que se evidencia en un manejo conceptual. A partir de problemas relevantes, los estudiantes podrán exponer sus ideas mediante representaciones iniciales (modelos mentales, mapas cognitivos y esquemas) e hipótesis teóricas que vinculen esas representaciones con la realidad (García y Chaparro, 2007).

El progreso conceptual va ligado a la apropiación de conocimiento, lo cual es un proceso complejo donde las diversas interacciones juegan un papel fundamental; es a partir de ellas que los sujetos construyen nuevos significados modificando sus conocimientos previos. En este sentido, se hace necesaria la fundamentación teórica por parte de los alumnos, la cual puede realizarse a través de consultas, discusiones grupales o explicaciones del maestro. Mediante estas actividades, los profesores orientarán la discriminación de variables para la respectiva formulación de hipótesis que guiarán el trabajo de aula (García y Chaparro, 2007).

Actividades de tipo explicativo e interrogativo: desde esta perspectiva, el conocimiento científico escolar está asociado a la capacidad

de explicación de los estudiantes (Sanmartí, 2002; Izquierdo, 2000), la cual depende, entre otras cosas, del nivel de abstracción y complejidad que hayan alcanzado conforme al grado de escolaridad. La importancia de considerar niveles de explicación (en lo concreto, en lo abstracto y en la crítica reflexiva) radica en que no solo se conocen los rasgos que los tipifican, sino que esta clasificación aporta y sienta las bases del conocimiento sobre las habilidades cognitivas inherentes al aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología.

Estas actividades son fundamentales porque permiten determinar el grado de resignificación y profundización del conocimiento que ha logrado un alumno. La actividad científica escolar está encaminada a incidir sobre los esquemas explicativos cotidianos, insuficientes, añadiendo algunos pertenecientes a la ciencia escolar, o refinando y corrigiendo los esquemas anteriores. Por lo tanto, estas actividades permitirían que los profesores desarrollen en los estudiantes la capacidad para plantear y responder preguntas “genuinamente significativas”, es decir, aquellas que presuponen esquemas explicativos. En esta línea, Kitcher (citado por Zamora, 2000) distingue entre preguntas de aplicación (extensión de un esquema) y preguntas de presuposición (hechos que deben darse si el esquema es válido), clasificación que puede resultar fructífera para la actividad científica escolar.

Las actividades de tipo explicativo e interrogativo les permiten a los educandos abordar ciertos aspectos y condiciones que probablemente no se ajustan totalmente a los modelos que están circulando en clase, y plantear otros modelos más robustos como derivación de los primeros; de esta manera, se establece una relación entre las situaciones analizadas inicialmente y otras distintas que se irán explorando. Los profesores deberían

tener en cuenta que no todos los estudiantes aplican de la misma forma el modelo construido en clase para explicar una situación; de ahí la importancia de llegar a un acuerdo general para la solución de cada situación planteada (García y Chaparro, 2007).

Actividades de tipo productivo y creativo: permiten a los profesores desarrollar en los estudiantes la posibilidad de utilizar significativamente lo aprendido, es decir, de aplicarlo y transferirlo en el momento de resolver de manera oportuna, eficaz y eficiente un problema en un contexto específico.

La importancia de este último tipo de actividades radica en la necesidad de estimular y fortalecer en los alumnos el deseo permanente de aplicar de manera creativa e innovadora lo aprendido, de tal forma que la actividad científica escolar contribuya a desarrollar en ellos las capacidades de: aprender a aprender; anticipar y planificar; vivir con la incertidumbre y llevar adelante trabajo en equipo y colaborativo.

## 5.2. La resolución de problemas

La resolución de problemas ha sido empleada desde diferentes modelos pedagógicos como una alternativa importante en la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Se interpreta como una estrategia didáctica que permite a los niños y niñas aproximarse al estudio de estas disciplinas de una manera más cercana a sus intereses y a su realidad en general, a comprender cómo se ha construido el conocimiento científico y cómo trabajan los expertos en comunidades académicas. En este sentido, es necesario aclarar la interpretación que se tiene de lo que es resolver problemas, los diferentes tipos que pueden trabajarse en el aula y su diferencia con los ejercicios.

Se asume como problema “auténtico” (opuesto al ejercicio) aquella “situación que en primera instancia no tiene solución aparente, la cual exige hacer uso de modelos apropiados por el individuo que le permiten el reconocimiento de sus variables y diseño de una vía o camino de abordaje para crear una posible solución, mediante la creación de explicaciones bien argumentadas” (García, y Chaparro 2007).

Por otro lado, un ejercicio es una situación en la que se pretende que el estudiante se apropie de una serie de contenidos mediante la aplicación directa de un grupo de procedimientos y rutinas explicadas por el profesor. En estas actividades se desarrollan procedimientos de tipo algorítmico, donde los alumnos toman un ejemplo de una situación y tratan de reproducirla tomando como referencia lo realizado por el maestro con otras situaciones; para esto se recurre a la aplicación de fórmulas conocidas cambiando cierta información a partir de los ejemplos iniciales. En muchos casos se confunde lo que es un problema con los ejercicios de final de capítulo, también llamados ejercicios de lápiz y papel.

Los problemas pueden ser de diferentes tipos, pero se describen a continuación los casos límite, es decir, los abiertos y los cerrados. Los abiertos son aquellos que se caracterizan por no presentar un procedimiento ni enfoque único para abordarlos, no tienen resultados predeterminados y no presentan una única solución; al no tener unos algoritmos definidos para abordarlos, se requiere mayor creatividad. Tales problemas posibilitan el desarrollo de unos procesos de pensamiento crítico y una actitud reflexiva.

Los problemas cerrados, como por ejemplo los ejercicios, se caracterizan por tener una

única respuesta y un único procedimiento o algoritmo que orienta la resolución.

La resolución de problemas ha sido fundamental en la educación en general, en especial para la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, ya que se le atribuyen numerosos aportes. Estos se podrían enunciar como objetivos, de los cuales se pueden resaltar los siguientes: la resolución de problemas contribuye al aprendizaje de los contenidos; genera una aproximación actitudinal y conceptual a la naturaleza de la ciencia; desarrolla la independencia cognitiva mediante la metacognición; fortalece el pensamiento crítico y reflexivo y contribuye a la apropiación del trabajo en comunidades académicas, aspecto este último de vital importancia. La interacción social ofrece a los estudiantes muchas oportunidades de aprender a hacer comunicadores hábiles, desde el nacimiento, pasando por el desarrollo lingüístico temprano y hasta llegar a la resolución de problemas cognitivos más complejos (Garton, 2001). En este sentido la comunicación facilita el desarrollo cognitivo y posibilita la resolución satisfactoria de problemas, especialmente cuando esta se realiza con otras personas.

El aprendizaje de contenidos es un aspecto importante porque, independientemente del modelo pedagógico, en la escuela se busca que los niños y niñas se apropien de unos conocimientos, bien sean de tipo conceptual, actitudinal o metodológico, y el estudio de estos a través del abordaje de problemas es una buena alternativa. El estudio de problemas abiertos y contextualizados permite que los alumnos se aproximen a los aspectos que deseamos que aprendan, facilitando que los relacionen con lo que los rodea cotidianamente, lo que les puede generar mayor motivación, elemento fundamental para cualquier aprendizaje.

La aproximación actitudinal y conceptual sobre la naturaleza de la ciencia es uno de los aspectos que durante muchos años se ha insistido para que se contribuya desde las Ciencias (Duschl, 1997). Con las nuevas exigencias hacia la Ciencia y a la Tecnología, se hace necesario no solo centrarse en los contenidos mismos, el qué de estas disciplinas, sino también a la manera como estos se han construido, es decir, al cómo. La resolución de problemas contribuye a este objetivo porque hay muchos ejemplos históricos y contemporáneos de la Ciencia y la Tecnología que se pueden llevar a colación al estudiar en las aulas de clase, pero no como anecdotarios o como pequeñas historias que amenizan el trabajo sino como elementos que permiten reflexionar en torno a grandes problemáticas del desarrollo del pensamiento humano.

El desarrollo de la independencia cognitiva es otro objetivo importante de la resolución de problemas, ya que es uno de los pilares del aprendizaje para toda la vida. En la medida en que una propuesta pedagógica desarrolle las habilidades que le permitan a un estudiante generar hábitos de lectura comprensiva y reflexiva; formular nuevos interrogantes y un posicionamiento personal frente a interpretaciones externas; proponer nuevas interpretaciones de lo trabajado en clase y desarrollar estrategias que lo concienticen de su propio aprendizaje para autorregularlo, se estará ante una alternativa valiosa que todo sistema educativo desearía. La resolución de problemas permite que los alumnos vayan siendo conscientes de sus fortalezas y debilidades (con la ayuda de actividades diseñadas especialmente para este fin), de tal manera que puedan consolidar sus fortalezas y superar las debilidades.

Día a día surgen nuevos retos para la educación en Ciencia y Tecnología, ya que, con los avances que continuamente presentan, son cada vez más cuestionados los modelos

pedagógicos tradicionales, puesto que el objeto de la escuela no es el contenido; si la información puede ser obtenida con mayor facilidad, rapidez y de diferentes fuentes a nivel mundial, ¿cuál es el objeto de las clases de Ciencias? Ante esta situación se plantea que el desarrollo de la independencia cognitiva es un elemento prioritario para estas disciplinas en particular, y para la escuela en general.

El desarrollo de un pensamiento crítico, que invite a la reflexión permanente, es otro de los objetivos de la resolución de problemas, ya que, al exponerse este tipo de situaciones, se están cuestionando muchos referentes considerados como válidos y se exige que se produzcan argumentos bien estructurados para rebatirlos o sumarse a ellos. Los problemas requieren que se construyan posturas bien fundamentadas que se sometan a la crítica de los compañeros y de los profesores, que se fortalezca la capacidad de defender una posición con fundamento en la Ciencia y la Tecnología y que prime el mejor argumento soportado en los referentes de los conocimientos científicos y tecnológicos escolares.

El desarrollo de actitudes y procedimientos hacia el trabajo en equipo y en comunidades académicas es otro objetivo primordial a ser desarrollado, que se relaciona de manera directa con los anteriores, ya que al reconocer la importancia de que el compañero me escuche y me permita comunicar lo que yo pienso, se genera una dinámica muy pertinente para el trabajo en Ciencia y Tecnología. Una de las características de la ciencia como actividad, es la existencia de una “comunidad científica”, es decir, de un conjunto de personas altamente estructurado desde el punto de vista social. El conocimiento científico y tecnológico no puede ser individual ni personal, es resultado de un esfuerzo colectivo y necesariamente ha de estar comunicado y hecho público.



### 5.3. Aprendizaje cooperativo

Durante muchos años se ha estudiado la influencia de la interacción social como un elemento de gran importancia en el aprendizaje y la manera como se producen avances significativos en la mayoría de los participantes de actividades grupales, presentando argumentaciones mejores, más originales y de mayor nivel cognitivo.

Un aspecto a resaltar de este tipo de estudios, es el planteamiento de que todos los progresos grupales se traducen en progreso individual, lo que Vygotsky denomina interiorización: “Lo que un niño puede hacer hoy colaborando con otro, lo podrá hacer solo mañana” (Vygotsky, 1934, citado por Aznar, 2000). En esta línea de pensamiento surge el aprendizaje cooperativo, el cual, retomando las ideas de Slavin (1990), se interpreta como aquel conjunto amplio y heterogéneo de metodologías de enseñanza organizadas y estructuradas que orientan las actividades de los estudiantes cuando trabajan juntos, en grupo o en equipos, en situaciones que los convocan para lograr un propósito determinado.

El aprendizaje cooperativo es una estrategia que permite a los estudiantes: reconocer la importancia del otro en su propio aprendizaje en la medida en que le hace pensar en otras cosas que no había contemplado en un comienzo; comunicar sus ideas y respetar las del otro; construir y reconstruir modelos al interactuar con otros; argumentar y explicar sus ideas para que otros las comprendan y las critiquen y cambiar sus ideas sobre el conocimiento mismo y la manera de concebirlo.

En este sentido, existe un acuerdo de muchos autores en que el aprendizaje cooperativo provoca una influencia sobre los aspectos de la conducta social y motivacional, tales como los efectos fuertes, consistentes y positivos sobre

las relaciones y prejuicios raciales, actitudes hacia los compañeros de clase académicamente atrasados y hacia los integrados, entusiasmo y motivación hacia la tarea y la asistencia a la escuela en general, autoestima, control y encauzamiento de la agresividad, descentración, habilidades sociales y comportamiento altruista y prosocial, y predisposición a manifestar simpatía, amistad, cariño hacia los otros y a cooperar con ellos en otros marcos.

Según Slavin (1990), la presencia del siguiente grupo de condiciones asegura una mayor efectividad del aprendizaje cooperativo, porque crea el más alto grado de interdependencia entre los sujetos que aprenden:

- Que la misma estructura de tareas permita que todos los miembros puedan acometerla a la vez y conjuntamente.
- Que haya recompensas idénticas para todos los miembros del grupo y no sólo para algunos.
- Que estas recompensas al grupo se hagan en función del rendimiento individual de los sujetos que forman el grupo y no con base en una medida del rendimiento global del mismo.
- Que a todos se les ofrezcan las mismas posibilidades de hacer sus particulares aportes al éxito del equipo.

La idea es que la comunicación en el aula permita a los participantes construir significados compartidos (tanto en la dimensión cognitiva, como en la social), pero esto no siempre ocurre, ya que los estudiantes pueden compartir tareas o actividades más no necesariamente conocimientos, y esta es una de las razones por las que, en la práctica distintos alumnos del mismo grupo tienen diferente acceso al conocimiento (Jiménez, 2003).

Durante el trabajo en grupo se realiza en muchas ocasiones una definición implícita y en algunos casos poco perceptible, de los roles que jugarán los miembros. Así, se perciben papeles de novatos o principiantes y expertos; el estudiante novel o menos competente determina el nivel de habilidad o competencia inicial y marca la pauta para la enseñanza y el aprendizaje. El más experto determina las habilidades preexistentes y la necesidad de enseñanza, y dividir la tarea o problema en componentes manejables. El compañero más capaz toma la responsabilidad de la dirección de la tarea. El papel del más experto es, pues, doble, si bien es cierto, esos papeles son indiferenciables en el proceso de enseñanza aprendizaje (Garton, 2001).

Para resolver cualquier problema (lingüístico o cognitivo, y a cualquier nivel), el estudiante necesita comunicar sus estados de conocimiento a otra persona. Requiere hacer llegar al otro participante el alcance de su conocimiento o de su ignorancia. Es más, precisa transmitir el alcance de su conocimiento acerca del conocimiento o ignorancia de la otra persona. La interacción social entre diadas de iguales probablemente facilitarían ese proceso.

#### 5.4. Aprendizaje autónomo

Está suficientemente documentado que cada individuo desarrolla, de manera progresiva, un sistema personal de aprendizaje, lo cual ha sido tenido en cuenta para la construcción de estrategias didácticas tendientes a enseñar a los estudiantes a ser autónomos y, a la vez, para orientarlos en la construcción de un modelo personal de acción. Sanmartí (2002) plantea que los alumnos construyen desde muy pequeños su propio estilo de aprender y, en especial Ciencias. Hay estudiantes que se

centran en la memorización de gran cantidad de información con el fin de aprobar un examen; algunos de manera reiterada, prefieren que se les diga exactamente qué tienen que hacer, cómo hacerlo y cuándo; pero al momento de generarles otro tipo de actividades que les exige una postura más activa, participativa y creadora, manifiestan apatía e inconformismo. Otros alumnos, en cambio, evalúan y regulan su aprendizaje y la coherencia y calidad de sus ideas, contrastándolas con sus observaciones y hablando y discutiendo con los compañeros y compañeras.

Cada metodología de enseñar Ciencia y Tecnología favorece en los estudiantes el desarrollo de un determinado sistema de aprendizaje, pero será fundamental planificar dispositivos didácticos que les ayuden a desarrollar sistemas autónomos. Con mucha frecuencia los profesores y profesoras no promueven que sea el mismo alumno quien se plantee los objetivos y el diseño de sus planes de acción, ni le da la posibilidad de equivocarse y, al mismo tiempo, de evaluar dónde está su error.

Es en esta perspectiva que surge el aprendizaje autónomo, entendido como el conjunto de actividades que le permiten a un estudiante aprender individualmente y a desarrollar la conciencia de cómo ocurre su proceso, de manera tal que le posibilita el desarrollo de habilidades y destrezas particulares para aprender a aprender y, de esta manera, autorregular el ritmo, la velocidad y la profundidad con la que quiere o necesita aproximarse a un objeto de estudio en particular; todo esto se ha venido estudiando desde la perspectiva de la metacognición.

La metacognición implica, tanto el conocimiento como la cognición acerca de los fenómenos cognitivos, incluyendo la memoria, el lenguaje y la resolución de problemas. Los componentes esenciales de la metacognición



son una habilidad para comprender y pensar acerca de las propias experiencias cognitivas y ser consciente de las circunstancias (acontecimientos sociales, tareas y personas) para invocarlas y desplegarlas (Garton, 2001). En el contexto de la psicología y las ciencias cognitivas, la metacognición se ha definido como la capacidad que tienen los seres humanos de atribuir pensamientos e intenciones a otros individuos, y de regular su propio aprendizaje durante el desarrollo de una actividad cognitiva, es decir, planificar estrategias, controlar procesos, y evaluarlos para detectar posibles errores. Aunque estos dos aspectos se encuentran muy relacionados, el primero, el conocimiento del propio conocimiento, surge en el niño más tarde que la regulación, ya que ésta última depende más de la situación y la actividad concreta (Flavell, Miller, y Miller, 1993, citado en Wolfgang 2006).

La metacognición también es llamada metacognición reguladora, si se centra en la autorregulación. El aprendizaje se interpreta como un proceso de autosuperación de todo tipo de obstáculos que lo dificultan, pide autocorrección de los errores, que son totalmente normales mientras se aprende. En el marco de las teorías constructivistas del aprendizaje, el concepto de autorregulación es central, ya que se considera que es el propio alumno quien construye su conocimiento a partir de la interacción con otras personas. Esta construcción implica autoevaluar y autorregular constantemente cómo se va aprendiendo. Los profesores, los compañeros o la lectura de textos son referentes que promueven la toma de conciencia y de decisiones, pero esta actividad la realiza el propio alumno para que dicha interacción se traduzca en aprendizaje (Sanmartí, 2002).

Desde esta perspectiva, el diseño de actividades de enseñanza no está basado únicamente

en la lógica de la disciplina a la que pertenecen los contenidos que se quieren enseñar, sino también en la lógica del sujeto que aprende, pues le corresponde a él la construcción o reconstrucción del saber.

Igualmente, para el aprendizaje autónomo, el aprender depende fundamentalmente de la capacidad que desarrolle un individuo para autorregular las metas, los objetivos, los planes de acción y los criterios de evaluación a partir del proceso de reconstrucción, producto de la capacidad para pensar en lo que se piensa; es decir, desde esta propuesta, la educación en ciencias no solo consiste en aprender a pensar, sino también aprender a pensar en lo que se piensa.

Los estudiantes orientados bajo propuestas que privilegian el aprendizaje autónomo, son capaces de aprender por sí mismos, con poca supervisión y poco refuerzo externo, toda vez que son sus sentimientos de éxito y competencia los que le proporcionan la motivación suficiente para seguir aprendiendo; por lo tanto, otro elemento clave en el aprendizaje autónomo es la motivación, ya que estos procesos son interdependientes.

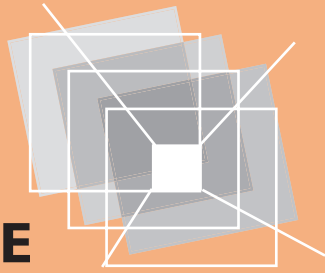
También existe la evidencia de que el conocimiento metacognitivo y las habilidades pueden ser aprendidas por instrucción deliberada siempre que el avance se encuentre, tanto en los propios estudiantes, como en sus logros. Un frecuente resultado ha sido que alumnos de mayor edad son más hábiles y competentes en el conocimiento metacognitivo que otros más jóvenes. Sin embargo, allí también hay estudios que demuestran que el desarrollo del conocimiento metacognitivo y el de sus habilidades comienzan muy tempranamente en el pensamiento de los niños y puede alcanzar un nivel relativamente alto durante la etapa escolar, si las circunstancias han sido favorables (Annevirta, 2007).

Adicionalmente, las oportunidades para guiar la retroalimentación y las discusiones en cuanto a los aspectos metacognitivos de aprendizaje se han incrementado. Durante los primeros años escolares el conocimiento de los niños sobre los procesos cognitivos aumenta, aunque esto no se presenta en todos los alumnos. Por otro lado, las diferentes clases de conocimiento metacognitivo pueden tener rutas de desarrollo diferentes. Ciertos procesos cognitivos podrían ser más difíciles de conceptualizar que otros o se les presta frecuentemente menor atención en diferentes etapas de la vida de los estudiantes.

Cuando el aprendizaje de niños se vuelve intencional, empiezan a desarrollarse las estrategias de aprendizaje que les son útiles para alcanzar sus objetivos. Aprenden a seleccionar, estructurar, y almacenar información de lecturas y textos y la guardan en

su mente para su uso posterior. Esto tiene un efecto sobre las maneras como comprenden los contenidos de aprendizaje. De igual manera aprenden el uso de estrategias de comprensión que sirven en la formación de estructuras de conocimiento acordes a los requerimientos de sus metas de aprendizaje.

Algunos ejemplos de tales estrategias son: activación de los conocimientos previos y los esquemas; buscar la idea central y las ideas principales; establecer conexiones e inferencias; observar uno de los niveles de comprensión y plantear interrogantes o acciones correctivas siempre que tengan fallas de comprensión. Las experiencias de aprendizaje intencional proporcionan a los niños la oportunidad de asumir las nuevas estrategias y de adquirir conocimiento metacognitivo relacionado con ellas (Pressley y Gaskins, 2006, citados en Annevirta, 2007).



**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# Caracterización de los ciclos de formación



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***



## 6. Caracterización de los ciclos de formación

El reconocimiento de la enorme brecha entre las ciencias naturales eruditas y las necesidades de formación de un ciudadano científicamente preparado para tomar decisiones en un mundo tan complejo como el de hoy, hace imperativo construir currículos integrados, orientados desde la didáctica de las ciencias experimentales y la tecnología, que contribuyan a dar unidad y coherencia al proceso de formación científica de los niños y de las niñas para que puedan ejercer la ciudadanía de manera responsable. Por lo tanto, el currículo deberá presentar a los estudiantes situaciones de enseñanza significativas, a partir de las cuales puedan actuar, pensar y hablar sobre el mundo, tal y como lo plantea Paolo Guidoni (1985), quien considera que el conocimiento de cualquier objeto o contenido exige incorporarlo de manera coherente desde las tres dimensiones, que él llama “dimensiones irreductibles de la cognición”.

En la figura 6.1 se presenta un mapa conceptual en donde se relacionan y describen los conceptos fundamentales que estructuran el campo de pensamiento científico y tecnológico.

### 6.1. La enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el primer ciclo

La enseñanza de las ciencias en cualquier etapa de la escolaridad, debería transformar el aula en una comunidad en la cual los estudiantes aprendan esa disciplina mediante el estudio de hechos científicos escolares que promuevan la generación de explicaciones. Este proceso puede estar mediado por el planteamiento de situaciones que Alfred Friedl (1997) denomina discrepantes, que en la presente propuesta denominará situaciones significativas de aprendizaje.

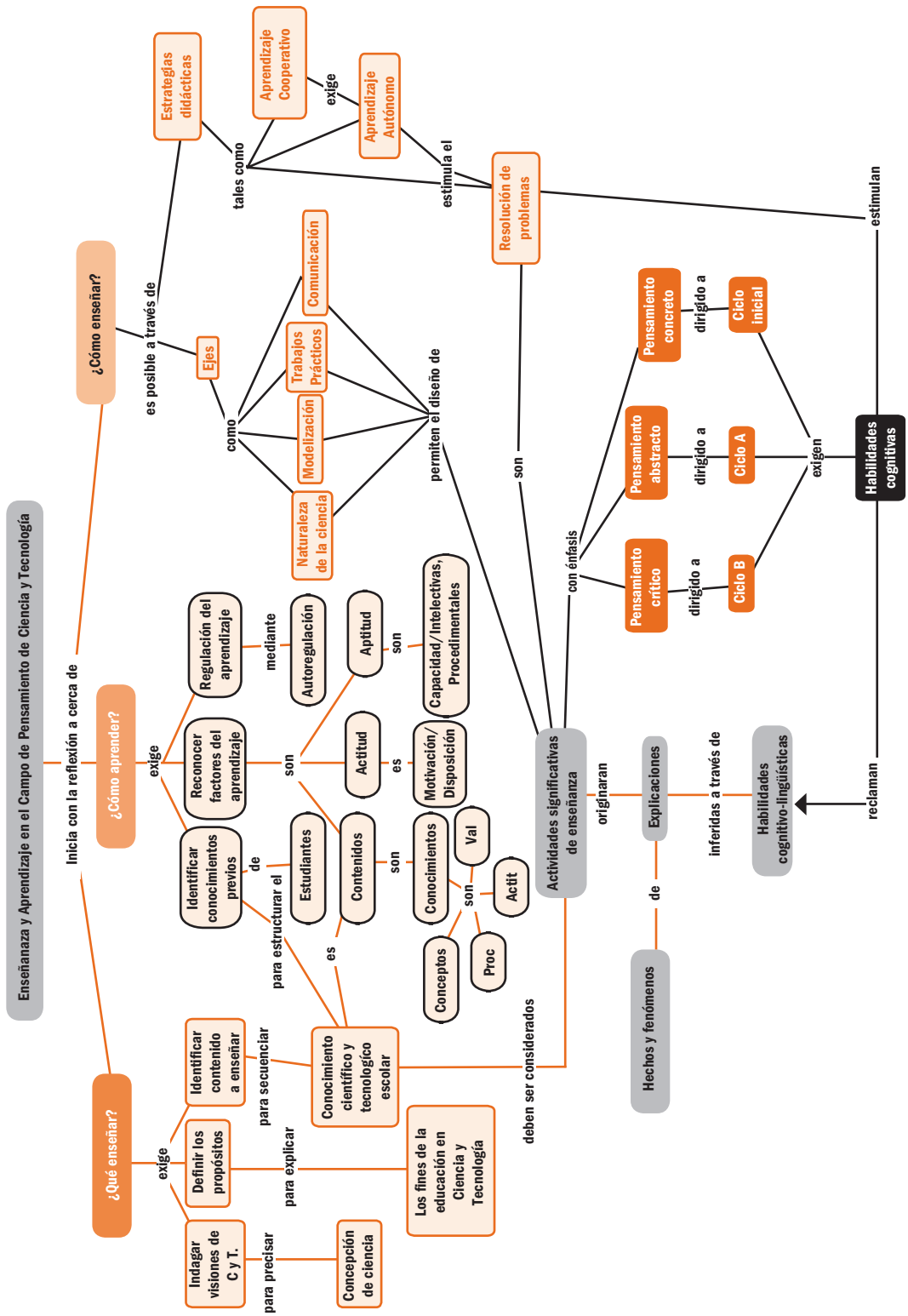
Friedl en su libro *Enseñar Ciencias a los Niños*, genera una serie de ejemplos para una situación significativa de aprendizaje, donde se hace evidente un fuerte componente motivador. Una experiencia discrepante promueve el sentimiento del individuo por querer saber más:

“...dado que los niños miran con incredulidad algunas de estas experiencias, simplemente tienen que saber cómo funcionan...”

El estudio de hechos científicos permite que los docentes dirijan a sus alumnos hacia la búsqueda de aquella pregunta que generó la situación significativa. Este camino va

Gráfica 6.1.

Enseñanza y aprendizaje en el campo científico y tecnológico





ofreciendo posibilidades infinitas de respuesta, presentándose un fenómeno similar al ocurrido en la resolución de problemas. La clave del éxito en este tipo de caminos es, según Friedl, emplear las experiencias significativas de aprendizaje para estudiar conceptos y teorías científicas, haciendo claridad, que no toda experiencia de este tipo puede resultar pertinente para el planteamiento de una teoría científica en particular. Es en este momento cuando la versatilidad del maestro se hace presente para coadyuvar con la experiencia significativa de aprendizaje.

En los documentos generados por el grupo de investigación GREECE, se puede leer claramente que uno de los insumos pedagógicos para la enseñanza de la Ciencia y de la Tecnología resulta ser la estrategia de resolución de problemas, la cual demanda un ejercicio donde el planteamiento y resolución de un problema resultan ser el pilar fundamental de la estrategia didáctica.

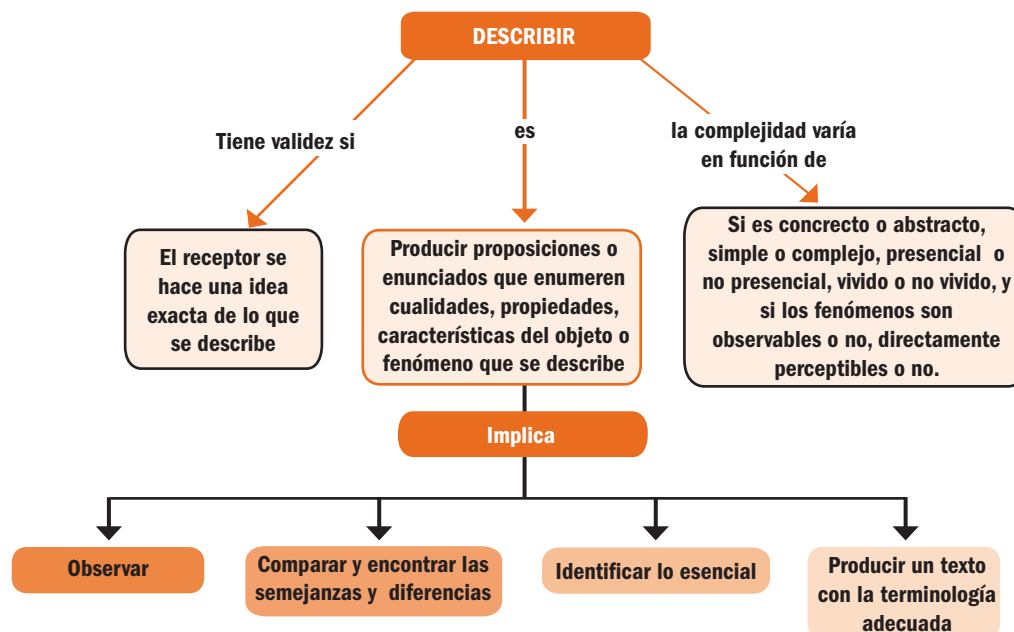
Para que un problema tenga relevancia y significancia, debe surgir del contexto cotidiano del individuo.

El trabajo cooperativo se hace presente en el momento en que los estudiantes buscan, tropiezan, reformulan y re-direccionan sus procedimientos, valiéndose de sus propias percepciones del problema abordado y de las de sus compañeros. La resolución del problema y la consolidación de acuerdos en aquello que antes resultaba discrepante, proporcionaría las bases del conocimiento científico escolar.

En este ciclo se espera desarrollar en los alumnos capacidades para construir explicaciones al enfrentarse a problemas que requieren la aplicación de procedimientos rutinarios y sencillos, muy concretos y de baja complejidad. Estos problemas están relacionados con objetos y procesos simples y observables, a partir de experiencias vividas por los niños

Figura 6.2.

La descripción, como habilidad cognitivo-lingüística



y niñas de manera presencial; por lo tanto, el énfasis aquí está en lo concreto.

Las actividades significativas de enseñanza deberán estimular habilidades cognitivas como: observar, discriminar, nombrar, emparejar y secuenciar, las cuales a su vez exigen desarrollar habilidades cognitivo-lingüísticas como la descripción y la explicación.

Entiéndase por descripción (ver figura 6.2) como la capacidad de un individuo para producir proposiciones o enunciados que enumeran cualidades, propiedades y características de un fenómeno u objeto. La complejidad de la descripción puede variar dependiendo del nivel de complejidad de la situación problemática a abordar, esto significa que la descripción no es una habilidad exclusiva del ciclo inicial, pero si una condición sin la cual no es posible avanzar hacia los niveles explicativos en lo abstracto y crítico. Una adecuada descripción exige el uso de las habilidades cognitivas que se mencionaron anteriormente y la producción de textos descriptivos, donde el interrogante principal a resolver está relacionado con el cuestionamiento ¿qué es?, para lo cual, se espera, que el estudiante haga uso del lenguaje científico escolar.

En la tabla No. 6.1 se presentan en resumen las “Actividades de enseñanza significativa” que posibilitan dar respuesta al interrogante básico de este ciclo de formación, ¿qué es?

### 6.1.1. Contextualización de los ejes para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología en el primer ciclo

#### 6.1.1.1. En cuanto al eje de la comunicación

En cuanto a este eje, en el primer ciclo, es importante aclarar que las actividades de ense-

ñanza deben estar encaminadas a desarrollar la descripción a partir de la observación de fenómenos cotidianos, posibilitando la construcción de explicaciones acerca del funcionamiento de artefactos sencillos por medio de gráficos, bocetos y planos, expresadas de manera oral y escrita, frente a sus compañeros, al grupo clase y a los profesores. Igualmente, se deben generar las condiciones para la construcción de explicaciones sobre el impacto del desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el entorno y en la sociedad, para ello se debe iniciar a los estudiantes en la definición de las características centrales de un problema.

#### 6.1.1.2. En cuanto al eje de la práctica

En el primer ciclo, el trabajo práctico puede ser desarrollado a partir del estudio del funcionamiento de artefactos de uso cotidiano, en relación con las funciones para las cuales están diseñados y las necesidades que ayuda a satisfacer, así mismo se pueden estructurar actividades que permitan el reconocimiento de materiales apropiados para las prácticas escolares. Igualmente, se puede trabajar alrededor de la organización de la información recolectada y el tratamiento de la misma para “construir evidencias” que contribuyan a intervenir de manera planificada en algunos hechos científicos escolares propios de la Ciencia y la Tecnología en este ciclo, posibilitando el análisis y la toma de decisiones frente a varias alternativas de solución de un problema identificado.

#### 6.1.1.3. En cuanto al eje de la modelización

La construcción de representaciones acerca de fenómenos del mundo natural propios de su contexto, unido a la producción de representaciones concretas (imágenes, análogos, modelos a escala, maquetas, simulaciones...) de algunos sistemas simples, son algunas de las actividades que permiten desarrollar el

Tabla No. 6.1. Actividades de enseñanza significativas para dar respuesta a: ¿qué es?

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL CONOCIMIENTO ESCOLAR	EJ. ACTIVIDADES SIGNIFICATIVAS DE ENSEÑANZA	HABILIDADES COGNITIVAS	DEFINICIÓN	HABILIDADES COGNITIVO LINGÜÍSTICAS
<b>TEXTUAL CONCRETO VIVIDO</b> Objetos y procesos sencillos y observables ¿Qué es?	Explicar por qué la percepción de estímulos es importante en el procesamiento de la información. Identificar el sentido que deben utilizar en cada actividad. ejemplificar o mostrar cómo se utilizan los órganos de los sentidos.	1. Percibir	<p>Ser consciente de algo a través de los sentidos: de lo que escuchamos, vemos, tocamos. Es tener conciencia de la estimulación sensorial.</p> <p>Permite iniciar el procesamiento de la información.</p>	<b>EXPLICAR DESCRIBIR</b>
	Explicar cuáles son los factores más importantes a considerar cuando se observa algo. Proporcionar objetos, imágenes, secuencias etc., solicitar que se detenga en las características.	2. Observar	<p>Advertir o estudiar algo con atención. Es lo que nos permite obtener información para identificar cualidad, cantidad, textura, forma, color, etc.</p> <p>Ayuda a adquirir mayor conciencia de las características especiales de los objetos que se perciben.</p>	
	Mostrar grupo de objetos diferentes, (carro, manzana, árbol, niño) para establecer diferencias. Posteriormente mostrar objetos que pertenezcan al mismo conjunto (diversos tipos de árboles, de carros) para establecer en qué se distinguen entre sí los miembros de cada conjunto. Ejercicios del objeto diferente (el cuarto excluido).	3. Discriminar	<p>Ser capaz de reconocer una diferencia o de separar las partes o los aspectos de un todo. Para discriminar es necesario procesar la información, por ello es el primer paso que se da en la dirección de conferirle sentido a la enorme cantidad de estímulos que nos rodean.</p>	
	Aplicar nombres a categorías, dar nombres a los elementos o partes de las cosas. Identificar elementos de un grupo.	4. Nombrar – Identificar	<p>Consiste en utilizar una palabra para identificar una persona un lugar, una cosa o un concepto, es saber designar un fenómeno. Ayuda a organizar y codificar la información para ser utilizada en un futuro.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar y formar pares</li> <li>- Reconocer objetos que tengan características similares. Pares de ilustraciones comunes, de formas, palabras, etc.</li> </ul>	5. Emparejar	<p>Unir parejas. Reconocer e identificar dos objetos cuyas características son similares. Se requiere que la persona repase su información y haga algo con ella. Debe ser capaz de distinguir las características sobresalientes y establecer un paralelo con otro objeto parecido.</p>	
	<p>Reflexionar: ¿Cuáles son algunos de los detalles que es necesario conocer para realizar una tarea? ¿Qué sucede si no se tienen en cuenta esos detalles?</p> <p>Proponer actividades en las cuales los alumnos se vean obligados a percatarse de los detalles.</p>	6. Identificar- Detalles	<p>Poder distinguir las partes o los aspectos específicos de un todo. Ser capaz de identificar y recordar detalles y percatarse de cómo los detalles conforman un todo.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recordar a partir de una referencia sensorial.</li> <li>- Asociar la información recibida con algo que de alguna manera resulte significativo.</li> </ul>	7. Recordar	<p>Se requiere extraer de la memoria ideas, hechos, terminología, fórmulas, etc. Es el acto de incorporar a la conciencia la información del pasado que puede ser importante o necesaria para el momento presente. Facilita la habilidad de pensar con rapidez y eficiencia.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer prioridades enfatizando lo que sucedería de no realizar este procedimiento.</li> <li>- Importancia de seguir instrucciones, seguir secuencias, ordenar en series.</li> </ul>	8. Secuenciar (ordenar)	<p>Consiste en disponer las cosas o las ideas de acuerdo con un orden cronológico, alfabético o según su importancia.</p>	

presente eje. Igualmente, proponer la discusión de los riesgos y los cuidados que se deben tener en cuenta en la intervención humana en el medio, así como la identificación y seguimiento de las secuencias de procesos sencillos de transformación de materiales cotidianos para la obtención de productos y artefactos del entorno inmediato, donde se ayude al reconocimiento de algunos principios básicos de funcionamiento comunes a varios aparatos del hogar, previa identificación de aspectos sobre el uso seguro de artefactos, productos y sistemas tecnológicos del entorno inmediato, de manera que se posibilite la construcción de explicaciones de fenómenos científicos y tecnológicos y de sus relaciones, a partir de diseños propios o el análisis de diseños previamente desarrollados, resultan ser tareas prioritarias en este ciclo.

Otras actividades sugeridas podrían ser: descripción de procesos sencillos de transformación de materiales naturales y artificiales, descripción de las propiedades físicas de sistemas sencillos, el reconocimiento y primera clasificación de la diversidad de los seres vivos, reconocimiento de la situación de nuestro planeta en el cosmos y la identificación de la importancia de la preservación de recursos naturales. De igual manera, se pueden presentar algunos productos o procesos científico tecnológicos (televisión, computador, licuadora, etc.) de uso diario para que los niños y niñas expresen sus ideas sobre su origen, aspectos positivos y negativos de uso, sus diseños, etc.

76

#### **6.1.1.4. En cuanto al eje de la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología**

En este ciclo es fundamental desarrollar la imagen de ciencia como una construcción humana en colectivo, sin segregación de género, de raza u otras condiciones, donde se

describan los efectos positivos y negativos de la Ciencia y la Tecnología, reconociendo las ideas y las explicaciones de los compañeros y profesores a la luz del estudio de los hechos científicos., así como el reconocimiento de problemas cotidianos, elaborando propuestas para abordar los problemas planteados e identificando diferentes expresiones de la tecnología presentes en el entorno (artefactos, sistemas y procesos) y la explicación de su función e importancia en la sociedad.

## **6.2. La enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el ciclo A**

En este ciclo se espera desarrollar en los estudiantes capacidades para construir explicaciones (ver figura. 6.3) al enfrentarse a situaciones problemáticas que requieren la aplicación de procedimientos y procesos relacionados con experiencias no presenciales y no vivenciadas por los niños y, por lo tanto, con mayor nivel de abstracción y complejidad.

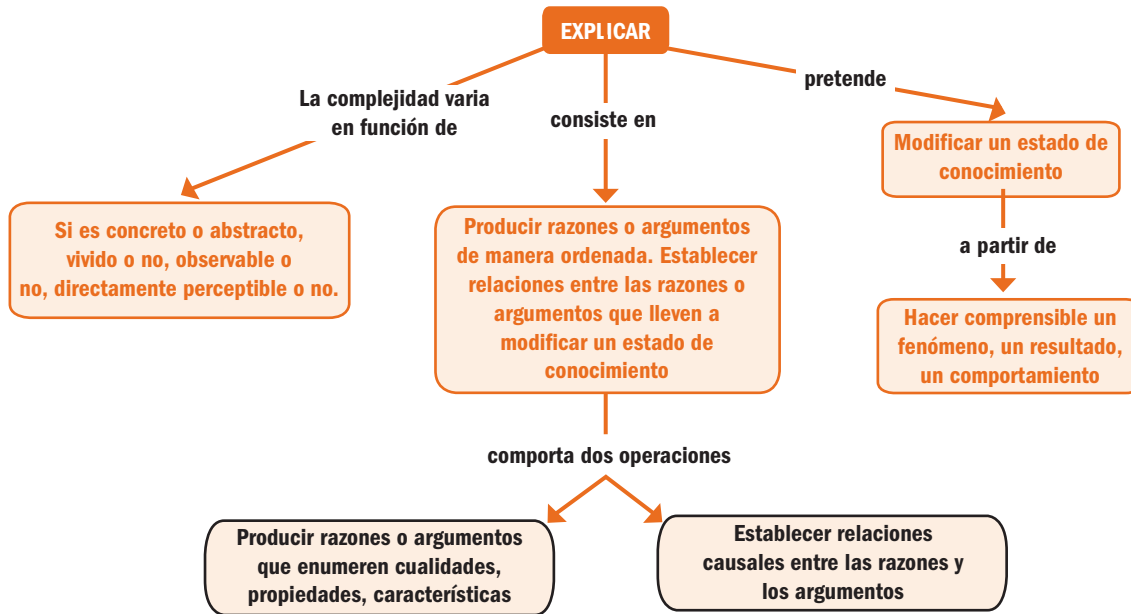
Las actividades significativas de enseñanza deberán estimular habilidades cognitivas como: comparar, categorizar, inferir, predecir y analizar, las cuales a su vez exigen desarrollar la argumentación como habilidad cognitivo-lingüística.

El argumentar (ver figura 6.4) es sustentar un planteamiento, una postura o una decisión que exige explicitar los por qué, articular los conocimientos científicos escolares para justificar las afirmaciones haciendo uso de las habilidades cognitivas que se han mencionado anteriormente.

En la tabla No. 6.2 se resumen las “Actividades de enseñanza significativa” que posibilitan dar respuesta al interrogante principal de este ciclo de formación, ¿Qué puedo hacer con?

Figura 6.3.

La explicación (tomado de Jorba, 2000)



### 6.2.1. Contextualización de los ejes para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología en el ciclo A

#### 6.2.1.1. En cuanto al eje de la comunicación

En cuanto a este eje, en el ciclo A, es importante aclarar que las actividades de enseñanza deben estar encaminadas a desarrollar la descripción de fenómenos cotidianos con base en la observación planificada e intencionada. Igualmente, es pertinente iniciar procesos que conduzcan a la definición de las características centrales de un problema, sus elementos y las posibles vías de solución, a partir de la construcción de argumentaciones, expresadas de manera oral y escrita, sobre la información recolectada y procesada frente a sus compañeros, al grupo clase y a los profesores. Igualmente, se deben generar las condiciones para

la construcción de explicaciones de la forma y el funcionamiento de artefactos sencillos, por medio de gráficos, bocetos y planos, usando códigos visuales y simbólicos específicos. La construcción de argumentaciones sobre el impacto del desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el entorno y en la sociedad y la iniciación en el uso de algunos de los tipos textuales más usuales en ciencias naturales y tecnología (el reporte, la presentación oral, la descripción...), son actividades propias para el desarrollo de este eje.

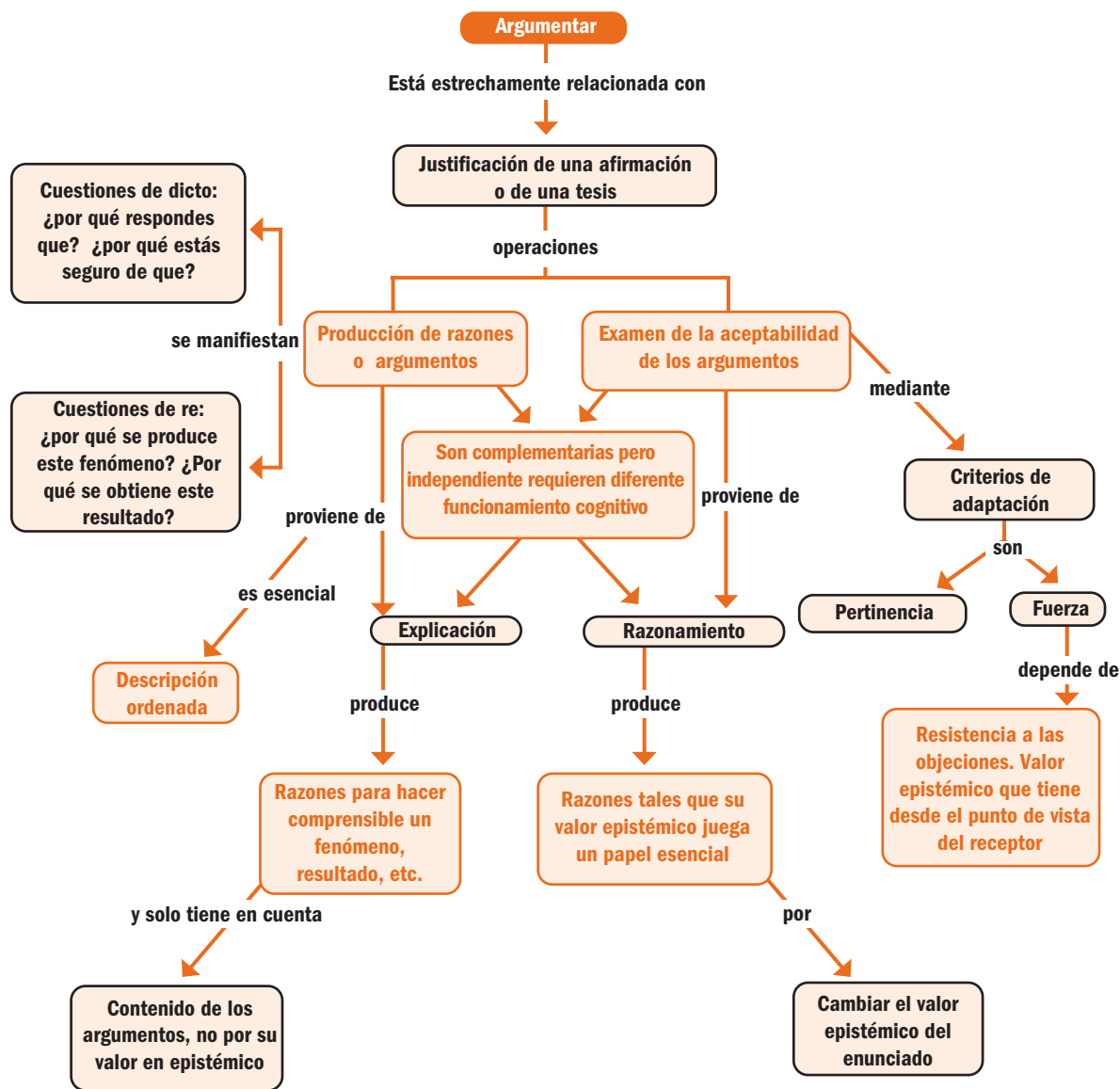
#### 6.2.1.2. En cuanto al eje de la práctica

El trabajo práctico, en el ciclo A, puede ser desarrollado a partir de la observación, medición y sistematización de información recolectada y el tratamiento de la misma, así como con la identificación de las limitaciones de los datos en la construcción de las conclusiones, e identificación de la necesidad del planteamiento de nuevos interrogantes. Así mismo, se puede trabajar este eje alrededor del



Figura 6.4.

La Argumentación (tomado de Jorba, 2000)



reconocimiento y uso de materiales e instrumentos apropiados en los trabajos prácticos, de manera que se fomente la intervención planificada en los mismos.

78

### 6.2.1.3. En cuanto al eje de la modelización

La construcción de representaciones acerca de fenómenos del mundo natural, de los

procesos y los productos tecnológicos, unida a la producción de representaciones concretas de algunos sistemas simples, no solamente cotidianos, son algunas de las actividades que deben ser trabajadas en el presente eje. De igual manera el análisis de objetos, fenómenos o eventos del mundo para la delimitación de los sistemas a estudiar, así como el análisis de los procesos de transformación de materiales naturales y artificiales, con la debida discusión



Tabla No. 6.2. Actividades de enseñanza significativas para dar respuestas a: ¿qué puedo hacer con?

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL CONOCIMIENTO	Ej. ACTIVIDADES SIGNIFICATIVAS DE ENSEÑANZA	HABILIDADES COGNITIVAS	DEFINICIÓN	HABILIDADES COGNITIVO LINGÜÍSTICAS
INTERTEXTUAL INFERENCIAL  Fenómenos directamente perceptibles  ¿Qué puedo hacer con?	- Solicitar descripciones precisas y detalladas, podrán ser respaldadas con presentaciones visuales y escritas. - Dar claves importantes para preparar una explicación.	9. Describir	Consiste en enumerar las características de un objeto, hecho o persona. Es la habilidad de comunicar cómo es o cómo funciona algo. Ser capaz de describir algo en forma coherente requiere de organización y planificación.	
	- Utilizar organizadores gráficos tales como círculos concéntricos o croquis y tablas de comparación, esto permite tener una imagen visual de lo que se está comparando.	10. Comparar/ Contrastar	Consiste en examinar los objetos con la finalidad de reconocer los atributos que los hacen tanto semejantes como diferentes. Contrastar es oponer entre sí los objetos o compararlos haciendo hincapié en sus diferencias. Permite procesar datos, lo cual constituye el antecedente de la capacidad para disponer la información de acuerdo a grupos o categorías.	EXPLICACIÓN JUSTIFICAR ARGUMENTAR
	- Utilizar gráficos organizadores, para categorizar. - Utilizar claves para resolver problemas. - Utilizar rompecabezas mentales.	11. Categorizar/ Clasificar	Consiste en agrupar ideas u objetos con base en un criterio determinado. Permite acceder fácilmente a la información o a los estímulos de que somos receptores. O bien tenerlos al alcance cuando se necesiten. Permite manejar grandes cantidades de información y facilita su almacenamiento en la memoria.	
INTERTEXTUAL INFERENCIAL  Fenómenos directamente perceptibles  ¿Qué puedo hacer con?	- Extender significado de afirmaciones. - Explicar qué es lo que hace. - Identificar idea principal. - Generalizar con objeto de resolver problemas o justificar decisiones. - Hacer predicciones, estimar. - Identificar puntos de vista personales y de los demás.	12. Inferir	Consiste en utilizar la información de que se dispone para aplicarla y procesarla con miras a emplearla de una manera nueva o diferente. Se considera la información que se tiene al alcance y se transforma.	
	- Examinar respuestas de los estudiantes a lo que ellos piensan podrían ser las consecuencias de alguna acción, en diferentes contextos. - Utilizar gráficas para organizar la información.	13. Identificar, causa-efecto	Consiste en vincular la condición en virtud de la cual algo sucede o existe con la consecuencia de algo. Ayuda a anticipar los resultados de ciertas conductas o actividades. También permite vincular los acontecimientos con sus consecuencias específicas.	

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL CONOCIMIENTO	Ej. ACTIVIDADES SIGNIFICATIVAS DE ENSEÑANZA	HABILIDADES COGNITIVAS	DEFINICION	HABILIDADES COGNITIVO LINGÜÍSTICAS
<b>INTERTEXTUAL INFERENCIAL</b>  Fenómenos directamente perceptibles  ¿Qué puedo hacer con?	- Tomar ejemplos concretos de la vida diaria. - Proporcionar información y solicitar las posibles consecuencias que de ella podrían seguirse. - Solicitar predicciones acerca de fenómenos, acontecimientos, ilustraciones, historias etc.	14. Predecir/ Estimar	Se utilizan datos con que se cuenta para formular con base en ellos sus posibles consecuencias. Predecir algo requiere práctica y el uso adecuado de la información. Estas dos habilidades tienen en común el usar las experiencias, prestar atención a los detalles, comprender el significado de los datos y pensar acerca de las posibles consecuencias que puedan tener los acontecimientos y la información con la que se cuenta. Ambas sirven para los fines prácticos de la vida y de la seguridad.	
	- Analizar factores acerca de una situación dada. - Utilizar esquemas y organizadores gráficos para organizar la información y los detalles relacionados con el relato, evento o acontecimiento dado.	15. Analizar	Es separar o descomponer un todo en sus partes con base en un plan, o de acuerdo con determinado criterio. Requisito para la solución de problemas, pues para su solución se requiere tener en cuenta todos los factores o elementos que concurren en él.	
	- Utilizar preguntas clave.	16. Resumir/ Sintetizar	Consiste en exponer el núcleo de una idea compleja de manera concisa. Presupone la capacidad de entender lo que se ha leído o aprendido, de modo que resulte posible exponerlo sucintamente.	
	- Solicitar cómo se pueden aplicar los conocimientos en otros contextos. - Relacionar cómo puede aplicar lo visto en una materia en otros ámbitos.	17. Generalizar	Ser capaz de aplicar una regla, principio o fórmula en distintas situaciones. Una vez entendida, es posible utilizarla y aplicarla a nuevas situaciones, de manera que no es necesario aprender una regla para cada ocasión.	

de los riesgos y cuidados que se deben tener en cuenta al intervenir científica o tecnológicamente, se constituye en una de las metas a desarrollar con este eje.

Algunas actividades sugeridas podrían ser: el estudio de las propiedades físicas de los sistemas, el reconocimiento y primera clasificación de la diversidad de los seres vivos, la discusión de la situación de nuestro planeta en el cosmos, la reflexión de la importancia de la preservación de los recursos naturales, el reconocimiento de diferentes expresiones de la tecnología presentes en el

entorno (artefactos, sistemas y procesos) e identificación de su función e importancia en actividades cotidianas, la identificación y seguimiento de las secuencias de procesos de transformación de materiales para la obtención de productos y artefactos del entorno inmediato, el reconocimiento de algunos principios básicos de funcionamiento comunes a varios aparatos, la identificación de aspectos sobre el uso seguro de artefactos, productos y sistemas tecnológicos del entorno inmediato, son temáticas de gran interés para este ciclo.

#### 6.2.1.4. En cuanto al eje de la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología

En este ciclo es fundamental fortalecer la imagen de ciencia como una construcción humana en colectivo, sin segregación de género, de raza u otras condiciones iniciada en el primer ciclo, igualmente, resulta relevante continuar con el fortalecimiento de la descripción de los alcances, límites, efectos positivos y negativos de la Ciencia y la Tecnología, reconociendo los cambios de la actividad científica a lo largo del tiempo. Evaluando ideas y explicaciones de compañeros y profesores a la luz de las observaciones, las mediciones y los referentes teóricos. Así mismo, diagnosticar las condiciones y los obstáculos que se presentan en el abordaje de un problema, elaborando soluciones basadas en diseños propios de modelos, prácticas y procesos. Finalmente, se debe propender por que el estudiante pueda Identificar las diferentes expresiones de la tecnología presentes en el entorno (artefactos, sistemas y procesos) y explicación de su función e importancia en la sociedad.

### 6.3. La enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el ciclo B

En este ciclo se espera desarrollar en los estudiantes capacidades para construir explicaciones al enfrentarse a situaciones problémicas que requieren la aplicación de procedimientos y procesos relacionados con fenómenos no directamente perceptibles, que exigen creatividad e innovación. Por lo tanto, corresponden a un nivel superior de abstracción y complejidad donde el énfasis está en lo crítico.

Las actividades significativas de enseñanza (Tabla No. 6.3) deberán estimular habilidades cognitivas (como evaluar y juzgar) y aquellas

que a su vez exigen desarrollar la crítica como habilidad cognitivo-lingüística (Figura 6.5).

La crítica es hacer un análisis de los argumentos dando lugar a la reflexión sobre los significados y las interpretaciones particulares de una situación o fenómeno. Se consideran analíticamente los datos para examinar su calidad, consistencia y valor, así como para llegar a las consecuencias y el balance final de la información, de modo que permita tomar las decisiones.

#### 6.3.1. Contextualización de los ejes para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología en el ciclo B

##### 6.3.1.1. En cuanto al eje de la comunicación

En este eje, las actividades de enseñanza deben estar encaminadas a desarrollar el análisis y la síntesis de problemas abordados, fortaleciendo la argumentación de las diferentes posturas asumidas, así como el tratamiento y la comunicación de los resultados obtenidos en la búsqueda de las posibles soluciones a las problemáticas que se enfrentan. Igualmente, se debe estimular el estudio sobre los beneficios y perjuicios en el entorno y la sociedad, del desarrollo y uso de la ciencia y la tecnología, propiciando espacios para la explicación y sustentación de las propias representaciones frente a los compañeros y profesores empleando información textual, gráficas, diagramas, planos constructivos, maquetas y prototipos.

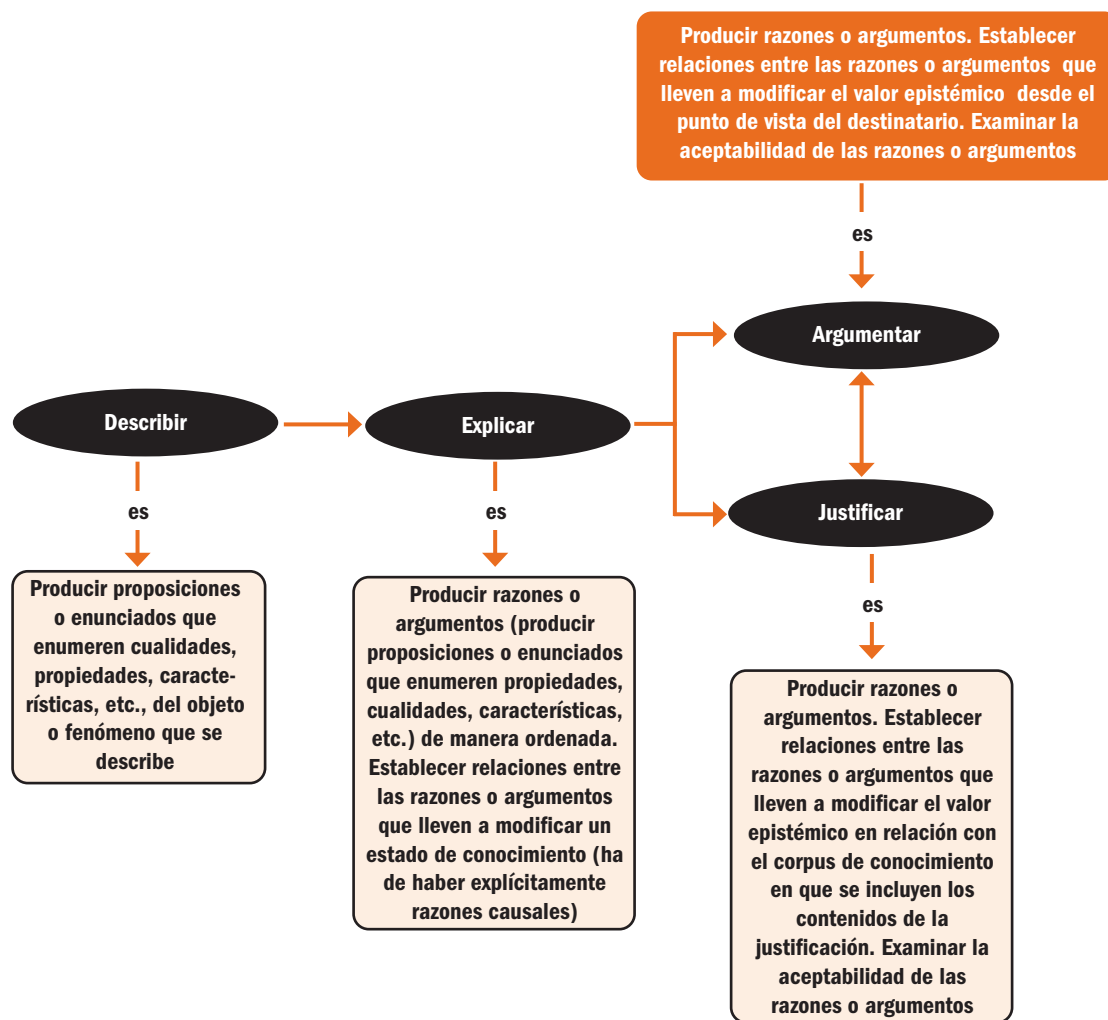
81

##### 6.3.1.2. En cuanto al eje de la práctica

En el ciclo B, el trabajo práctico, puede ser desarrollado a partir del reconocimiento de la importancia del experimento y de los instrumentos como una posible base para soportar las

Figura 6.5.

Habilidades cognitivo-lingüísticas (Tomado de Jorba, 2000)



ideas científicas, así mismo, se debe estimular el diseño y construcción de experimentos sencillos a partir de actividades y procedimientos propios, desarrollando procesos de sistematización de la información recolectada y el tratamiento óptimo de la misma, identificando las limitaciones de los datos en las conclusiones y, reconociendo el planteamiento de nuevos problemas para ser abordados.

82

Otras actividades sugeridas que pueden ser trabajadas en este ciclo están relacionadas con: la identificación y explicación de elementos básicos de la obtención de algunos materiales, así como

las propiedades físicas y químicas y su aplicación en soluciones tecnológicas; el establecimiento y uso de criterios para la toma de decisiones frente a varias alternativas de solución a un problema identificado; la identificación de posibles fallas en aparatos a partir de su análisis como sistema; la realización de representaciones concretas (esquemas, planos constructivos, maquetas y prototipos de baja complejidad) para la solución a un problema y el establecimiento de relaciones entre diferentes soluciones tecnológicas con aspectos tales como la ergonomía, acabados, funcionalidad y economía.

Tabla No. 6.3 Actividades de enseñanza significativas para dar respuesta a: ¿qué pienso acerca de?

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL CONOCIMIENTO	Ej. ACTIVIDADES SIGNIFICATIVAS DE ENSEÑANZA	HABILIDADES COGNITIVAS	DEFINICIÓN	HABILIDADES COGNITIVO LINGÜÍSTICAS
<b>CONTEXTUAL CRÍTICO NO VIVIDO</b>  Fenómenos no directamente perceptibles  ¿Qué pienso acerca de?	-Plantear situaciones que induzcan a evaluar la información y a elegir la mejor solución. Justificar respuesta.	18. Evaluar 19. Juzgar/ Criticar	Requiere el análisis de los datos y la utilización de diversas habilidades del pensamiento para elaborar juicios con base en un conjunto de criterios internos o externos. Se analizan los argumentos y se da lugar a la reflexión sobre los significados y las interpretaciones particulares. Se consideran críticamente los datos para examinar su calidad, consistencia y valor, así como para llegar a las consecuencias y el balance final de la información, de modo que permita justificar las decisiones. En este nivel se dan muestras reales de un pensamiento independiente y de la capacidad de aplicar la información de manera novedosa e interesante, para estudiar la magnitud de los problemas y resolverlos como corresponde. Se reconsideran y evalúan decisiones o intentos de soluciones.	<b>EXPLICAR JUZGAR</b>

### 6.3.1.3. En cuanto al eje de la modelización

La construcción de representaciones concretas (imágenes, análogos, modelos a escala, maquetas, simulaciones, prototipos...) de algunos sistemas con mayor grado de abstracción y complejidad, es decir referidos a experiencias no vividas, ni tangibles, son algunas de las actividades que deben ser trabajadas en el presente eje. La explicación de conceptos científicos y tecnológicos y sus relaciones mediante diseños propios o de diseños previamente desarrollados, así como la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para realizar representaciones y tratamientos de la información en la solución de un problema, son tareas propias de este eje. También es pertinente promover la discusión de los riesgos y los cuidados que se deben tener en cuenta

al intervenir científica o tecnológicamente un sistema vivo y sus repercusiones en el medio ambiente, previo reconocimiento de la importancia de la preservación de recursos naturales.

Otras actividades sugeridas podrían ser: el reconocimiento de diferentes expresiones de la tecnología presentes en el entorno (artefactos, sistemas y procesos) e identificación de su función e importancia en actividades cotidianas; la identificación y seguimiento de las secuencias de procesos de transformación de materiales para la obtención de productos y artefactos del entorno inmediato; reconocimiento de algunos principios básicos de funcionamiento comunes a varios aparatos y la identificación de aspectos sobre el uso seguro de artefactos, productos y sistemas tecnológicos del entorno inmediato.

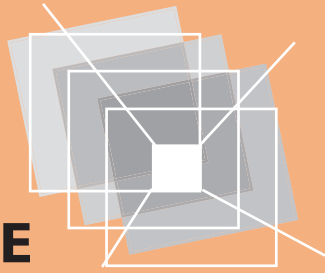
#### **6.3.1.4. En cuanto al eje de la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología**

En este ciclo es fundamental fortalecer la descripción de situaciones y toma de posición acerca de las implicaciones de la ciencia y la tecnología en el medio y en la sociedad, reconociendo la forma como trabajan los científicos y los tecnólogos en la dinámica del desarrollo del conocimiento, a partir de la identificación de los cambios de la actividad científica, de sus finalidades y los valores a lo largo del tiempo. Igualmente, se debe fortalecer la comprensión de las conexiones existentes entre las diferentes áreas de la Ciencia y la Tecnología.

Así mismo, es importante posibilitar la identificación y explicación de las funciones de diferentes sistemas y procesos tecnológicos del contexto en el que se desenvuelve el estudiante, de manera tal que le permita elaborar soluciones a problemas en contexto situado, con base en diseños propios (modelos, prácticas y procesos) fundamentados en modelos teóricos validados, que puedan ser sometidos al escrutinio de pares y a la crítica autorizada.

Finalmente, se debe estimular la toma de posición frente a las posturas de otros autores, compañeros y profesores, reconociendo las diferentes vías de abordar un problema y las distintas propuestas de solución.





**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# Análisis de la propuesta por maestras y maestros



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***



## 7. Análisis de la propuesta por maestras y maestros en ejercicio

Las reflexiones y discusiones generadas a partir del estudio de la propuesta: Colegios Públicos de Excelencia para Bogotá y Los Lineamientos Curriculares para el campo de pensamiento en Ciencias y Tecnología, permiten evidenciar, en primera instancia, la gran receptividad de parte de las profesoras y los profesores adscritos a los diferentes colegios de Bogotá para participar en iniciativas que como esta, pretenden elevar y mantener la calidad de la educación, a partir del reconocimiento de la existencia de comunidades académicas en los colegios oficiales y la generación de las condiciones académicas y logísticas necesarias para garantizar la reflexión individual y grupal en las diferentes instituciones que respondieron a la convocatoria amplia y democrática que hizo la Secretaría de Educación Distrital para adelantar este proyecto.

Por lo tanto, la participación de las profesoras y los profesores en ejercicio, así como de los directivos docentes, previa presentación y análisis ante los consejos académico y directivo de las diferentes instituciones en el estudio y enriquecimiento de la propuesta, se constituye en la vía más segura

para garantizar la pertinencia académica y social de la misma, aspectos estos que han sido considerados muy débiles en propuestas anteriores, no solo de la Secretaría de Educación, sino también del Ministerio de Educación Nacional MEN, en las que la participación de profesores de la educación básica ha sido muy baja.

Igualmente, en la propuesta se resalta el carácter innovador, la claridad del problema que se pretende contribuir a solucionar, el uso de un lenguaje, que sin perder el rigor propio de los proyectos de investigación facilitó la comprensión y análisis de los diferentes tópicos propuestos por los coordinadores del proyecto y, que aquí se presentan, en apretada síntesis, con el ánimo de reconocer las implicaciones que tuvieron en la construcción de la versión final del documento.

A continuación se exponen los comentarios y las conclusiones más relevantes a las que llegaron las profesoras y los profesores de los diferentes colegios que participaron en las jornadas de trabajo adelantadas para este fin, tratando de seguir el orden propuesto en los documentos de la Secretaría de Educación y respetando el sentido y el estilo

utilizado en los escritos originales elaborados por ellos, como aporte a los debates y, que por lo tanto, se consideran importantes de transcribir en este apartado.

Finalmente, es importante aclarar que este apartado se presenta a manera de relatoría, pues corresponde al resumen de los protocolos llevados en cada reunión, por parte de los profesores tutores asignados a cada colegio.

## Parte A: Reflexiones en torno a la propuesta de Colegios Públicos de Excelencia

### El derecho a la educación

Los docentes respaldan la idea de que el derecho a la educación, tal como lo plantea la propuesta, no debe quedarse solamente en una cifra estadística de cupos, sino debe trascender a la capacidad de garantizar la calidad, tanto en los aspectos de forma, como de fondo. La primera hace referencia a la necesidad de garantizar los recursos físicos, de infraestructura, técnicos y tecnológicos, así como parámetros mínimos y máximos para establecer el número de estudiantes por aula y las características del talento humano docente, directivo y administrativo que acompañaran una propuesta de esta magnitud. La segunda se relaciona con la actualización curricular, los modelos pedagógicos, los recursos didácticos, la actualización de las normas y las leyes y la revisión de los parámetros administrativos, de manera que se generen las condiciones para poner en escena una propuesta curricular de estas características, con una participación de la familia, las comunidades académicas, el sector productivo y las instituciones educativas como ejecutoras, otras palabras se

trata de “una dialéctica educativa que lleva de la práctica, tanto en la escuela como en las comunidades que la rodean, a la formulación teórica y de allí, de nuevo al desarrollo de las teorías en la práctica, siguiendo un proceso progresivo”.

### Enfoque humanista

De acuerdo con los elementos planteados en la propuesta con enfoque humanista, se puede establecer que este debe centrar su mirada en los niños y las niñas, considerando la escuela como un espacio de transformación, de aprendizaje, de derechos, pero también de deberes, y de libertad, en la cual se pueda ejercer la autonomía sin detrimento de los otros, para aprender a convivir en la tolerancia y ser felices, para desarrollar pensamiento y participar en el progreso de las comunidades, por lo que es importante crear un clima afectivo que permita ofrecer una formación de calidad, suministrada por una educación personalizada que reconozca la diferencia y los ritmos de aprendizaje de los estudiantes no sólo en el ideal, sino en la cotidianidad del aula.

Por lo anterior, es necesario que se incorpore, como uno de los aspectos fundamentales, el desarrollo ecológico, entendido como la armonía de los seres; lo cual sería el punto de partida para recuperar la vivencia de los valores fundamentales del ser humano y el verdadero sentido de la vida.

El problema de la calidad de la educación desde la realidad institucional

El objetivo de la propuesta “Colegios Públicos de Excelencia para Bogotá”, radica en la articulación de los fundamentos académicos y administrativos asociados a una concepción de calidad, como conjunto de condiciones básicas a partir de las cuales se reconoce que el desarrollo del conocimiento de los educandos (los

niños, niñas y jóvenes) ha de estar integrado a su avance socio-afectivo e intelectual, lo cual asegura su ingreso y permanencia dentro del sistema educativo.

Los docentes consideran que esto puede darse únicamente en la medida en que converjan las voluntades de los distintos entes de la comunidad educativa, quienes pueden garantizar una organización y gestión escolar que viabilice la ejecución y puesta en marcha de las instituciones, en pro de mejorar los procesos de formación y democratización del conocimiento, en busca de oportunidades y de posibilidades para construir un mejor futuro.

Otro aspecto en el cual coinciden los docentes, es que al circunscribir el problema de la calidad a elementos directos como la organización, el aprendizaje, la gestión escolar y los órganos de gobierno, la relación con la comunidad y los sistemas de información y evaluación, se deja de lado la fuerte influencia de los medios de comunicación y la tecnología en familias tan vulnerables como las actuales, teniendo en cuenta que el entorno ya no sólo comprende el vecindario ni lo más cercano, puesto que las distancias ya no son las mismas.

De igual manera establecen que la ampliación de recursos no es el único factor de mejoramiento de la calidad, a ello se adiciona una política de transformación pedagógica, que ha generado y estimulado procesos de análisis del papel de la escuela hecho evidente en la propuesta pero es fundamental pensar y plantear el impacto de ésta en el país, ya que en caso contrario, el margen de aplicabilidad legal será mínimo; esto en cuanto a que no se perciben dentro de la misma los sustentos que reglamenten la implementación de un proyecto de esta envergadura.

El problema de la calidad ha sido abordado por cada una de las instituciones desde diferentes perspectivas, de acuerdo al contexto dentro del cual se desarrollan, a su realidad y experiencia.

Una, hace referencia a un enfoque pedagógico soportado en lineamientos como los de Carlos P. Zalaquett, (Lic., M. A., Ph. D., University of South, Florida) y Mariano Narodowski, (profesor titular de la Universidad Nacional de Filmes, Argentina), que plantea la necesidad del desarrollo de habilidades de comunicación, de aplicación de la tecnología computacional y el manejo del conocimiento multicultural, buscando lo que ellos consideran la calidad expresada como “el desarrollo del SER, SABER y HACER en función propia y del grupo social en el cual se desempeñe, estando en capacidad de producir transformaciones que mejoren su calidad de vida y la de los suyos”.

Otro aspecto está dirigido a la transformación en la estructura interna de la institución, lo cual implica repensar la misión y visión, explicitada en el PEI y en el currículo, hacia la generación de cambios visibles en docentes y administrativos, mediante un proyecto de formación en el que toda la comunidad educativa y en especial los educandos fortalezcan su desarrollo intelectual, físico, social, moral y emocional, bajo la premisa de lograr un cambio en la comunicación del conocimiento, de tal manera que se logre la integración entre los saberes, la Ciencia y la Tecnología, en una sociedad laboral que cada día es más competitiva y excluyente y en donde el papel del docente es primordial.

Igualmente, se considera que se puede asumir desde el mismo desarrollo del SER a través de un trabajo socio-afectivo y en valores,

apoyándose en la tesis de que la educación es un proceso que abarca toda la vida del hombre, desde su nacimiento hasta la muerte, sustentándose en los principios rectores de la Constitución, que involucra la participación del Estado, la familia y la sociedad en esta función formadora y que actualmente se encuentra abandonada.

Por último, está la perspectiva que se centra en una realidad diferente debido a una historia, tradición y experiencia propias, la cual permite el estudio del problema desde la propuesta específica de la organización por ciclos y campos de conocimiento y comienza a ver cómo aplicarlo en lo evaluativo y promocional con modificaciones al decreto 230, además del desarrollo de la propuesta a través de un proyecto detalladamente planeado que garantice continuidad y constante mejoramiento. Pues la intención es que se aproveche la experiencia de este tipo de Instituciones adaptándolas a las dinámicas actuales y no acabándolas.

Es importante mencionar la mirada que ciertos colegios hicieron al interior de su organización administrativa y académica, haciendo un diagnóstico y reconocimiento de lo que son y han logrado construir, y asumiendo una identidad y un sentido de pertenencia. Tal es el caso de instituciones de carácter rural, donde los docentes expresan constantemente el reclamo en cuanto a las políticas denominadas “escuela ciudad escuela”, las cuales resultan ser excluyentes, ya que sus lineamientos desconocen los aportes que se han venido haciendo desde hace más de dos años en la construcción de una política educativa para el sector rural, donde se trasciende el concepto de ciudad a región. Reconocer esta realidad estaría en la línea distrital de enseñanza para la nación, ya que las políticas educativas de Estado no lo han hecho hasta ahora.

Para ello, es importante que en esta propuesta la Secretaría de Educación Distrital, tenga en cuenta el documento *Propuesta de ruralidad educativa para Bogotá*, en la cual uno de los capítulos fundamentales es la necesidad de “fortalecer currículos pertinentes para los procesos educativos rurales” ya que la recuperación natural, social y cultural del campesino es una dinámica que puede aportar de forma definitiva al bienestar de la región. Ello si se trasciende el concepto tradicional de desarrollo, el cual hasta el momento, ha incorporado formas de vida que desconocen la relación del hombre con la naturaleza y lo pone en el plan de explotador y apropiador de la misma, generando el desequilibrio que hoy se ve en la ciudad, en el país y en el Planeta. La propuesta, desde este punto de vista continúa siendo: definición desde y para lo rural de principios orientadores de la educación en este sector.

Lo anterior invita a que las nuevas políticas de transformación de la escuela sean incluyentes, para que así los compromisos que asumen las instituciones educativas sean trascendentales en la medida en que se sienten recogidas en sus problemáticas y en las particularidades de su contexto.

Por otro lado están las instituciones que afirman que el concepto de calidad educativa que postulan el MEN y la Secretaría de Educación va en contravía con el que se vivencia en la escuela. Factores como el hacinamiento y condiciones de infraestructura, no son tenidos en cuenta a la hora de distribuir el número de estudiantes en cada institución, sería importante que se determinara, ¿cuál es la cantidad de niños y niñas que pueden desarrollarse cognoscitiva, social y afectivamente bajo las condiciones de un clima escolar adecuado? y ¿cómo



la Administración Distrital distribuye los recursos necesarios para ofrecerles a los estudiantes los elementos necesarios para garantizar una educación de calidad?

Pero si bien las propuestas educativas que se quieren implementar en las instituciones, buscan que la permanencia del estudiante en la escuela se convierta en un escenario donde los niños y las niñas sean felices, es necesario considerar, también que, las condiciones en que los docentes realizan su trabajo deben permitirles mejorar su calidad de vida y la de sus alumnos, lo cual garantizaría en parte la ejecución y puesta en marcha de proyectos que trasciendan la escuela y puedan transformar las familias, para volver a confiar en que es posible pensar en un futuro diferente con oportunidades para todos.

Dentro de esto también es importante establecer el papel de otras instituciones y otros sectores, por ello podría incorporarse un capítulo para las relaciones interinstitucionales e intersectoriales, las cuales teniendo como eje el colegio y su horizonte institucional, contribuyen de manera definitiva en el desarrollo de procesos de calidad, aportando en el mejoramiento de las condiciones de vida de los estudiantes y sus familias y de esta manera favoreciendo la permanencia de los niños, niñas y jóvenes en la escuela.

## El sentido social de la educación

Otros de los aspectos que realza la propuesta es que la educación tendrá sentido social si ofrece posibilidades a las cuales el estudiante puede recurrir de acuerdo con sus intereses y necesidades.

Al considerar a la escuela como el ambiente de desarrollo social e individual más impor-

tante o al mismo nivel de la familia que tienen los niños y niñas, esta última su hegemonía de perpetuar un sistema social, pues se iría en pos de una sociedad educadora, en la cual el problema es cómo y quién va a manejar la complejidad de relaciones sociales, de los intereses y necesidades de una población que ya se ha dado al cambio.

Este problema concierne a la educación, en tanto está hecha de discursos y prácticas sociales; de discursos, pues a través del lenguaje (signos, símbolos, iconos, creencias) se establecen las relaciones humanas, como un encuentro de voces, de interpretaciones, de construcción y de reconstrucción de nuevas disertaciones que permiten comprender la realidad. De prácticas sociales, en la medida en que se pueden crear otras realidades, donde el estudiante da sentido a las reflexiones que se tejen y circulan en la escuela. La comprensión de estos discursos se consolida en los saberes que los alumnos construyen desde estas interacciones.

Todo esto implica crear unas condiciones lo más cercanas a lo ideal para que se pueda desarrollar no solamente lo cognitivo, sino también lo ecológico, entendido en todas sus dimensiones (individual, social, medio ambiental). Para alcanzar este objetivo es importante que cada elemento comprometido en esta misión asuma su papel: el Estado garantizando el ambiente no sólo intraescolar sino también extraescolar desde lo legislativo, administrativo y también formador con el ejemplo; la familia, concientizándose de su importancia en la función de establecer las bases humanas, de hábitos y valores; la escuela, asumiendo su responsabilidad de reforzar todos estos elementos complementándolos con el conocimiento.

Sí, hay que pensar en los niños y niñas asumiendo nuevamente nuestra responsabilidad

natural y social. Por esta razón la formación en valores no solo debe recaer en la familia y la escuela, también hay una gran responsabilidad por parte del Estado, desde todos sus estamentos, pasando del discurso al ejemplo, asumiendo verdadero liderazgo y control sobre factores claves para la educación, como son los medios de comunicación donde hay un desbordado mundo de información que incide en el comportamiento de la juventud, promoviendo el facilismo y una sociedad de consumo sin valores y con la defensa de la libertad de información. Así mismo, las instituciones educativas deben asumir su responsabilidad en el desarrollo del conocimiento y la preparación para el trabajo, con la mediación docente, directiva y administrativa. La preparación para la participación se debe dar en lo social, familiar y escolar, retomando el verdadero significado del ser político. El colegio debe generar transformaciones desde adentro, en su PEI, su currículo, su misión y visión, que provoquen cambios visibles en docentes, administrativos, educandos y padres de familia, que envuelvan a la institución en un clima de compromiso por la calidad y la excelencia con el objetivo de hacer visible un proyecto de formación donde toda la comunidad educativa y en especial los educandos fortalezcan su desarrollo intelectual, físico, social, moral y emocional, para que sean actores sociales capaces de afrontar retos, liderar, promover cambios y ser críticos, competentes, frente a una realidad y al mundo globalizado, proporcionándoles herramientas para tener una mejor calidad de vida. Se debe humanizar el proceso educativo, por ello es necesario fijar metas claras y definir un horizonte que conduzca hacia la disminución de dificultades y la consolidación de fortalezas.

## Una nueva concepción alrededor de los Lineamientos Curriculares

Una de las grandes preocupaciones dentro de los sistemas educativos ha sido la reforma curricular, y precisamente ésta se constituye como un elemento esencial en esta propuesta en la medida en que se incorporan dimensiones tales como la pertinencia y la flexibilidad y se reúne al conocimiento en cuatro campos como ejes del proceso curricular (Pensamiento Histórico, Pensamiento Matemático, Comunicación Arte y Expresión y Pensamiento Científico y Tecnológico), hacia la búsqueda de la integralidad y la interrelación, acorde a la dinámica sistémica que se vive en todos los campos sociales, económicos y políticos. Se persigue principalmente romper con el fraccionamiento y lograr la unificación o globalización con base en una organización por ciclos acordes con el desarrollo del pensamiento.

Desde este punto vista, el currículo ha de contextualizarse pensando en los estudiantes que ingresan a la institución; en las posibilidades que encuentran en esta; en su desarrollo cognitivo, social y afectivo y en aquellas características e intereses que garanticen su permanencia en la institución hasta terminar su proceso de formación. En este sentido, la promoción no debe ser sólo de alumnos que transiten en un periodo de tiempo, asimilando unos contenidos básicos, sino que debe ser de la calidad de la educación, por tanto se trata de prospectar y poner en marcha políticas que permitan fortalecer la educación pública, en términos de integrar, construir y reconstruir tejido social incluyente y democrático, y por otro lado, identificar, construir y convalidar prácticas pedagógicas viables que enmarquen sueños de personas interesadas en

fomentar, orientar y reorientar desde la lectura, la escritura, las matemáticas, la apropiación de conocimientos disciplinares, el arte, la tecnología, la expresión corporal, es decir, todo aquello que sea susceptible de ser enseñable y aprendido por el ser humano.

Frente a este panorama surgen cuestionamientos en cuanto a la aplicabilidad de la propuesta en términos de los lineamientos curriculares, los énfasis, campos, ciclos de formación y de la educación para el trabajo. ¿Quién realizaría la coordinación de los énfasis? ¿Quién en los ciclos? ¿Cómo se va a operacionalizar la propuesta en términos de lo logístico? ¿Si la institución no cuenta con la infraestructura, cómo van a funcionar los énfasis? Para el desarrollo de un énfasis se requiere personal idóneo, ¿quiénes trabajarían en los énfasis? ¿Qué función cumplen los docentes que no desarrollen énfasis? ¿En caso de capacitar docentes, qué instituciones lo harían y en qué momento? Si se va a trabajar con aulas especializadas, ¿cómo van a funcionar estas aulas? ¿Al implementar la propuesta de los campos de conocimiento ¿qué pasa con la Ley General de Educación donde se habla de áreas obligatorias y optativas?

En algunos casos los docentes dan una interpretación superficial en cuanto a los ciclos, ya que para algunos tal y como están estructurados, obedecen a una agrupación de cursos que corresponden a la forma como se viene trabajando pero con otro título. Por esta razón es necesario delimitar en la propuesta cuál es el objeto y la interpretación de los ciclos de formación, desde el desarrollo de procesos de pensamiento, en cada uno de los campos de conocimiento. Con respecto a los énfasis, éstos deben ser presentados en términos de los intereses de los estudiantes y pensados como una gama de posibilidades

con miras a una vinculación laboral, de acuerdo a las necesidades del entorno.

Por otra parte, otros maestros consideran que para poder concretar esta propuesta es preciso hacer un diagnóstico que permita identificar los intereses de los estudiantes, los espacios y tiempos y de igual manera analizar la participación en el proceso de cada uno de los actores como lo son los docentes, la familia y el Estado.

En primer lugar, se debe facilitar la función del profesor como mediador en el proceso de enseñanza-aprendizaje entre el currículo y sus alumnos entendiendo que estos son también agentes de su propio aprendizaje, que se conectan a factores más amplios del entorno de la función docente, como son el contexto específico de la institución educativa y el contexto general (variables endógenas y exógenas en la acción didáctica) ; para esto no solamente se debe trabajar con los maestros en ejercicio, sino también con los docentes en formación, mirando, evaluando y replanteando lo que se está haciendo en las facultades de educación. Una vez establecidos los parámetros que guíen en la pedagogía y la didáctica a los docentes de la ciudad hacia el alcance de la meta propuesta, vendría la divulgación de los mismos, dirigida a los profesores activos, pero en especial a los que están en formación.

En segundo lugar, se debe pensar en cómo actuar ante las realidades de la familia actual, ya que de acuerdo con la información que dan los análisis sociológicos, hay un descenso considerable en las tasas de nupcialidad y natalidad y presentándose un aumento de los hogares unipersonales y monoparentales y un incremento preocupante en el número de divorcios; resulta evidente que, en el ámbito de la fenomenología, hay una atomización

de los vínculos familiares. Es cierto que los vertiginosos cambios sociales desde los años 50 hasta la actualidad, han modificado el escenario tradicional de la familia: nuevas formas de convivencia, incorporación de la mujer en el mundo laboral, contracción de la familia extensa patriarcal; sin embargo, no se debe desconocer la importancia de que un planteamiento de cambio de forma de educaren busca de calidad, sea dirigido no solamente a los alumnos sino también sea pensado para la nueva familia.

Una posible solución a esta problemática serían los talleres obligatorios para los padres, se sabe que la educación es un derecho y un deber, pero lo que se desconoce es que no sólo atañe a los niños, niñas y jóvenes, sino también a todo su grupo familiar, por esta razón uno de los mínimos requerimientos de las instituciones hacia los padres es su vinculación al entorno escolar por medio de una participación obligatoria. Es necesaria la vinculación de las familias en el desarrollo intelectual, cultural y social de los estudiantes, ya que una de las falencias vistas en la educación de los alumnos es precisamente esa falta de integración de sus seres cercanos con el espacio académico, desligándose en gran medida tanto en el colegio como lo aprendido en la casa y en su medio.

En tercer lugar, se hace necesario destacar que el cambio no es fácil, que hay una complejidad de elementos que se deben ir abordando gradualmente como lo son las condiciones del entorno social como desempleo, desplazamiento, pobreza, violencia en el hogar, en el barrio, en la localidad, en la ciudad, en el país; esto implica reorganizar las políticas administrativas y de control, con mayor inversión en la educación. Además de esto se deberían ejecutar

propuestas a través de procesos que se desarrollen a largo plazo - como es el caso de los proyectos- y que no se impongan de un momento a otro como ha sucedido anteriormente. Hay que recordar que los aprendizajes se hacen significativos en el momento en que las personas entienden lo que se les enseña, le encuentran usos en sus propios contextos y los puedan aplicar a la vida real; esto se logra cuando forman parte de un proceso de cambio y no de un cambio en un momento.

Se ha presentado la visión de una escuela, en el momento ideal, pero posible; es ahora el tiempo de llevar las ideas a la práctica, de aterrizar las propuestas y conectarlas con el quehacer diario de los docentes, pero, ¿cómo aportar en este aspecto?

Una de las propuestas que surge al respecto es estudiar experiencias exitosas de comunidades afines donde muchos docentes realizan un trabajo cercano a las propuestas que se vienen adelantando. El próximo paso sería sistematizarlas y determinar si corresponden a alguno de los dos esquemas planteados: el de visión humanística, centrada en cuatro grandes campos del desarrollo humano, o el que se orienta más a detallar aspectos específicos de ese desarrollo humano con el fin de adecuar los procesos escolares (integración o independencia), o si es necesario plantear otro(s) esquemas. Por último, se analizan las invitaciones que a nivel pedagógico y didáctico se logren rescatar como propicias, apoyarlas e impulsarlas desde la administración, lanzando una propuesta pedagógica y didáctica distrital, a consideración de los docentes de la ciudad, claro está, que esto no se lograría si esta parte no va conjugada al sentido social que debe tener la educación.



## Parte B: Reflexiones entorno a la propuesta de Lineamientos Curriculares para el campo de Pensamiento en Ciencia y Tecnología

### Consideraciones iniciales

Los docentes adelantaron una dinámica de trabajo en torno a la reflexión de la propuesta de orientaciones curriculares para el campo de Ciencia y Tecnología, frente a la labor que se ha venido desarrollando al interior de cada una de los colegios. Hasta este momento las políticas educativas formuladas no habían prestado atención a la construcción de una propuesta, que dada sus características, no solo presentara unos fundamentos conceptuales y metodológicos elaborados, sino que además permitiera generar discusiones y reflexiones en lo referente a los procesos de enseñanza /aprendizaje desde una perspectiva completamente diferente y, a la vez, contemporánea a la que diariamente muchos de ellos realizan en su ejercicio como profesionales de la docencia.

Un punto clave y común en todos los equipos base, fue el reconocimiento que hicieron los docentes a la comunidad de investigadores que ha venido trabajando sobre los diferentes problemas surgidos en el aula alrededor de dichos procesos, puesto que esto les permite involucrarse e interactuar de mejor manera, generando una dinámica de retroalimentación con la cual se puedan, nutrir y exponer diferentes puntos de vista.

Para los docentes y directivos también resultó interesante el haber generado espacios y tiempos de discusión y desarrollo académico en torno a las experiencias que se adelantan

con los estudiantes al interior del aula, y que estas a su vez pudieran ser compartidas y referenciadas en los equipos de trabajo, ya que en la mayoría de los casos los profesores y directivos invierten gran parte del tiempo resolviendo otros tipos de problemas, tales como los de convivencia, sociales y algunos de corte administrativo, que por supuesto es preciso tratar y que demandan ser resueltos con celeridad. Lo anterior guarda coherencia con lo que se plantea en la propuesta de “Colegios Públicos de Excelencia para Bogotá”, a nivel curricular, en cuanto a la importancia de trabajar tanto en los aspectos de gestión administrativa como en el clima escolar y el desarrollo académico.

### Los estándares del MEN vs los campos de conocimiento de la Secretaría de Educación

Gran preocupación por parte de algunos equipos de docentes, es la falta de claridad del documento en lo referente a los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional y la nueva propuesta de la Secretaría de Educación Distrital, pues en el documento no se menciona cómo se establecerá este vínculo para que la propuesta no riña con las exigencias generales que el MEN hace a los colegios, porque si bien es cierto que la Secretaría de Educación en el ejercicio de su autonomía puede presentar propuestas, éstas no pueden alejarse de las orientaciones nacionales y locales del MEN.

Con base en lo planteado en el párrafo anterior, surgen algunos cuestionamientos, como por ejemplo: ¿Cuál es la relación entre la propuesta por campos de conocimiento de la SED y los estándares propuestos por el MEN? ¿Cuál es la relación con las pruebas estandarizadas del ICFES? Esto puede

parecer reiterativo, pero debido a que en los documentos de trabajo presentados no se establece un marco legal y normativo, los docentes expresan su preocupación sobre la forma de integrar las nuevas propuestas sin ir en contravía con las exigencias del MEN, aunque reconocen que es necesario replantear los procesos que vienen desarrollando en el aula, en cuanto a la integración de saberes y la formulación de proyectos con el fin de cualificar la calidad de la educación en los colegios y abandonar la visión reduccionista de acumular contenidos para cumplir, y optar por trabajar en el desarrollo de procesos de pensamiento que permitan cualificar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la escuela.

## Fundamentos conceptuales de la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en la escuela

Para comprender la manera en que se debe desarrollar el conocimiento científico y tecnológico en la escuela, se debió ahondar en las ideas que tienen los docentes sobre la Ciencia y la Tecnología a partir de algunos interrogantes: ¿Cómo es la enseñanza de la Tecnología en la escuela? ¿Cuál es la visión que tienen los diferentes estamentos educativos con respecto a la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología? ¿Cuál es la Ciencia y la Tecnología que enseñamos? ¿Qué ha de enseñar el profesor sobre Ciencia y Tecnología? ¿Están bien dotados los centros educativos para la combinación de Ciencia y Tecnología?

Algunas de las concepciones se centran en que, a pesar de que los componentes tecnológico y científico guardan cierta relación, se estudian como fenómenos aislados. Los niños y las niñas tienen una

formación suministrada por la escuela que surge con la integración de conocimientos básicos acerca de los avances tecnológicos, los fenómenos naturales que ocurren a su alrededor y la explicación como producto de la observación, lo que posibilita su desarrollo integral y emocional. De igual modo, otros reconocen a la Ciencia como la producción de saberes y a la Tecnología como la aplicación de los saberes producidos por la ciencia. Esta situación podría radicar en que en la gran mayoría de las instituciones, los docentes del área de Tecnología son ingenieros de sistemas o tienen carreras afines a la informática y, que por lo tanto, de que la Tecnología es la aplicación de conocimientos científicos y el desarrollo de máquinas sofisticadas o incluso se afirma que la Tecnología es el desarrollo de programas o software educativo.

Estas visiones deformadas, como las llaman los epistemólogos, son catalogadas como teóricas y empiristas, puesto que conciben la enseñanza de las ciencias fundamentalmente libresco, con escasa experimentación real, lo cual se relaciona con la ausencia de formación tecnológica entre los profesores de ciencias.

Esto también se percibe desde los mismos fundamentos conceptuales de la propuesta, que señalan un total desconocimiento por parte de los docentes sobre la construcción histórico-epistemológica de la Ciencia y la Tecnología; si bien se han mostrado ciertos avances en cuanto a que la Ciencia no es acumulativa, absoluta y dogmática, existe la dificultad para proponer desde su ejercicio una enseñanza acorde con esta manera de asumirla al igual que la Tecnología. De allí surge la necesidad de que el profesorado avance en el significado de las nociones de Ciencia y Tecnología, incluyendo la presencia de lo social en la naturaleza y la práctica de ambas, ya



que se trata de construcciones humanas. Así mismo se debe invitar a la reflexión sobre los impactos que estas disciplinas ejercen en la sociedad, los cuales pueden alcanzar al sistema de valores sociales dominante, incluso mucho más allá de las finalidades y previsiones que inicialmente se pensaban.

En este contexto, los investigadores identifican cuatro concepciones acerca de la Ciencia y la Tecnología: la primera, desde una postura positivista, donde la tecnología se subordina a la ciencia y puede reducirse a ella; la segunda tiene la influencia de ciertos lineamientos marxistas, donde la ciencia se sujeta a la tecnología y puede reducirse a ella; y una última en la que ciencia y tecnología son más o menos lo mismo y se identifican bajo el nombre de tecnociencia. Y desde una perspectiva sistémica, que la tecnología tiene al menos tres dimensiones: técnica (conocimientos, instrumentos, recursos, etc.), organizativa (planificación, economía, etc.) e ideológico-cultural (valores, creencias, códigos éticos, etc.). No obstante concluyen que lo más prudente es considerar que ninguno de estos modelos puede dar cuenta por sí mismo de las complejas relaciones entre las dos disciplinas.

Las posiciones de la gran mayoría de los docentes de los equipos base, coinciden en afirmar que la enseñanza de las ciencias es un proceso orientado por el maestro para que el estudiante construya conceptos fundamentados en la experimentación y manipulación de herramientas. En cuanto a la tecnología afirman que esta se encuentra ligada al desarrollo y progreso de la humanidad ya desde la antigüedad el hombre se ha preocupado por resolver problemas que requieren de gran ingenio, lo que le ha permitido construir instrumentos y

herramientas que se han venido mejorando y que le posibilitan ejercer un mayor control sobre el universo.

De otro lado, la propuesta también permite una reflexión más seria sobre el qué, el cómo y el para qué se está trabajando en los colegios la Ciencia y la Tecnología, lo cual ha permitido replantear proyectos institucionales, reevaluar lo que se venía haciendo a nivel curricular y analizar la importancia que se le otorgaba a la enseñanza de las Ciencias en el ambiente escolar. Tal es el caso de una de las instituciones que orienta su proyecto educativo institucional (PEI) desde la gestión empresarial y el diseño tecnológico, pero desconoce el componente científico. Dentro de dicha propuesta la Tecnología se constituye como el elemento transversal del currículo y se define como el conjunto de conocimientos requeridos para comprender, utilizar, transformar y producir artefactos, sistemas y procesos cuya solución sólo es posible a través de los conocimientos teóricos y prácticos, medios humanos y físicos, métodos, procesos y procedimientos productivos.

## Conocimiento científico y tecnológico en la escuela

El reflexionar sobre los diferentes tipos de conocimientos, tales como: el científico, el tecnológico, el cotidiano y el escolar permite a los docentes evaluar su quehacer pedagógico y la manera como están desarrollando el trabajo en el aula. Aunque el conocer la estructura lógica de las disciplinas científicas ayuda a dar coherencia a los conceptos y principios propios de la misma, no debe ser la única guía a la hora de seleccionar y secuenciar los contenidos. La existencia de ideas previas y de pautas de

razonamiento inadecuadas por parte de los alumnos obliga a prestar a estos aspectos una atención preferente. Por esta razón, no siempre es conveniente seguir una estructura totalmente lógica a la hora de desarrollar los contenidos científicos. Puede ser útil, por ejemplo, volver a tratar los conceptos y principios científicos de manera reiterada. En otras ocasiones puede ser conveniente dejar aspectos sin tratar, de manera que el tiempo que se ahorra se pueda dedicar a profundizar con más detalle en aspectos conceptuales relevantes.

Específicamente los docentes muestran cierta discrepancia en cuanto a la concepción de conocimiento cotidiano que se plantea en la propuesta, definiéndolo como “aquel que se va adquiriendo día a día mediante un proceso de interacción cultural con la sociedad y de manera espontánea con el mundo” pues consideran que no se trata de adquirir conocimientos sino de construirlos. Dicha apreciación es realizada, sin advertir que se está hablando de la forma como se llega al conocimiento cotidiano y no al conocimiento escolar. Este análisis permite inferir que los maestros, aunque apoyan la posición constructivista, ésta no se encuentra fundamentada conceptual y metodológicamente, por lo que la enseñanza de las ciencias se lleva a cabo guiada por la teoría implícita que los maestros construyen, bajo la idea de que lo que ha sido bueno para ellos es bueno para sus alumnos.

## 98 **Procesos para favorecer el desarrollo del pensamiento en la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología**

Considerar los procesos de pensamiento es un aporte fundamental de la propuesta, presentando diferentes ventajas para el aprendiz

como: potenciar las propias habilidades, mirar y entender su mundo de forma independiente, integrar su área social-emocional y espiritual, enfatizar en la capacidad de elegir, entender a la persona como un todo, resaltar la importancia de mirar la persona no como lo que fue sino como lo que es y puede llegar a ser. Pero para que esto se de es necesario crear un entorno que facilite los medios para ello, a través de una serie de acciones como cambiar la nota por el logro, la memoria por el procesamiento, la instrucción por la mediación, almacenar por aprender a aprender (enfrentar por sí mismo nuevas situaciones de aprendizaje).

Una de las falencias que presenta la propuesta son las acciones para implementar lo que se plantea, para ello una de las instituciones propone algunas estrategias que se exponen a continuación:

Estrategia de enseñanza	Operación mental que desarrolla
Gráficas - ilustraciones	Identificación-codificación-proyección de realidades virtuales
Analogías	Análisis-síntesis-razonamiento hipotético
Mapas conceptuales	Diferenciación, representación mental-comparación-clasificación

Así mismo se formulan unas condiciones básicas para la dinamización de las operaciones mentales presentes en la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología:

- El profesor debe poseer conocimiento meta cognitivo de su área.
- Cada área y tema exigen determinados procesos vs. observar si el niño los posee.
- Las operaciones mentales se deben trabajar de las más simples a las más complejas.

- La enseñanza de los temas se presentan de forma entrelazada en la cotidianidad.
- Progresivamente debe enseñarse al alumno un conocimiento meta-cognitivo respecto los procesos mentales que maneja, (aprender a aprender) a través de la mediación.

También proponen los siguientes puntos generales como estrategias metodológicas:

Antes de impartir conocimientos el docente debe ser un guía, un orientador de procesos, un amigo del estudiante y para ello se requiere compromiso, vocación, en fin debe ser un tutor. Compromiso para prepararse y generar nuevas estrategias pedagógicas y creativas que se aproximen a los intereses de los alumnos; vocación para generar buenas relaciones entre maestro y educando mejorando la convivencia y el quehacer docente.

El desarrollo de la autonomía cognitiva, la cual puede fortalecerse en la autonomía, autorregulación, autorreflexión, metacognición y el autoaprendizaje entre otros, para que el estudiante por sí mismo encuentre un rumbo a sus destrezas y habilidades tanto físicas como cognitivas para su propio desarrollo y el de su familia.

El desarrollo de proyectos con énfasis en la investigación y por ende en la generación de nuevos conocimientos, trabajar por problemas y proyectos permite al estudiante comprender con mayor claridad el entorno, ser reflexivo y autocrítico de sus condiciones de vida, y por ende, generador de nuevas y/o mejores soluciones.

Se debe educar desde el desarrollo de habilidades y características de la creatividad, es allí donde toma fuerza el papel de tutor, que permita la continuidad de los procesos de los estudiantes en la promoción de ciclos,

es allí donde se fortalece el proyecto en el que cada alumno avanza según sus capacidades y habilidades cognitivas y físicas.

## Reflexiones en torno a los ejes propuestos

Pasando a los ejes para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales y la Tecnología, se reivindica la idea del desconocimiento de la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico en los docentes, razón por la cual en sus expresiones se manifiesta la preocupación con respecto a lo que debe enseñarse de las Ciencias; sin embargo, son pocos los que establecen un referente histórico-epistemológico desde el cual fundamentar cómo hacer objeto de trabajo estos conocimientos en el aula con los estudiantes.

La propuesta de actividades para cada uno de los ejes en los diferentes ciclos llevó a pensar en los procesos de pensamiento y su importancia al considerarla en el trabajo de la enseñanza-aprendizaje de la Ciencia. Así mismo se fue más allá de la propuesta cuestionando lo que se estaba haciendo y debería hacerse en el primer ciclo con la enseñanza de Ciencia y la Tecnología.

El hecho de analizar los diferentes tipos de conocimientos científicos llevó a los docentes de Ciencias Naturales a pensar en lo que estaban enseñando y cuál era su función entre el conocimiento científico y el alumno, donde se rompieron paradigmas, en algunos casos, de estar formando científicos. Además fue muy importante el cambio de estructuras metodológicas para la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, partiendo de una diferenciación consciente de la herramienta informática del computador y lo que representaba para la tecnología.

## Actividades para trabajar los ejes

Durante los últimos años en diferentes países del mundo, incluido el nuestro, se ha introducido el área de educación en Tecnología, lo que ha generado una serie de discusiones en torno a ella. Marc de Vries, encargado por la UNESCO realizó un estudio al respecto y estableció ocho enfoques distintos de lo que es educación en este campo:

- Orientado a la producción industrial
- De alta competencia
- De ciencia aplicada
- De conceptos tecnológicos
- De diseño
- De competencias claves
- De Ciencia, Tecnología y sociedad
- Orientado a las artes manuales

En Colombia y de acuerdo a la propuesta del Ministerio de Educación Nacional, la educación en tecnología estará enfocada al desarrollo de capacidades propias del trabajo y no del empleo (es importante resaltar que existe una gran diferencia entre estos dos términos y que en la cotidianidad se utilizan como sinónimos generando gran confusión). Las capacidades para el trabajo son aquellas relacionadas con las que la sociedad reclama, conocimientos concernientes al desarrollo de destrezas, creatividad, iniciativa, relaciones humanas, etc. Elementos claves en cualquier perfil profesional. Ya no se puede preparar para una carrera de por vida, sino dar las bases para múltiples profesionalidades a lo largo

de la vida. La capacitación para el trabajo se tiene que apoyar en una formación básica muy fuerte que permita desde la aplicación de las matemáticas hasta una formación específica pero pensada para lo que está pasando en el mundo del trabajo, algo que cambia constantemente.

La propuesta de los ejes de la naturaleza, modelación, comunicación y el trabajo práctico para el ciclo A y B, permiten concretar a través de la estrategia metodológica de CTS, el currículo desde un sentido amplio, con lo cual se supera la clásica reducción que lo vincula al plan de estudios, potenciando a través del trabajo académico, las vivencias cotidianas de la institución materializando y resignificando su misión. Desde esta perspectiva, la construcción curricular se asume entonces como una construcción cultural (Grundy, 1987) determinada por los intereses humanos fundamentales que suponen conceptos de las personas y de su mundo. Por tanto se revela en la práctica como un diálogo entre agentes sociales, elementos técnicos, actores y escenarios. Analizar así un currículo significa estudiarlo en el contexto en el que se configura y a través de su expresión en prácticas educativas y en resultados.

El trabajo en equipo de los docentes contribuye con su producción de conocimiento escolar como académicos y profesionales activos y reflexivos de la enseñanza. Con esto se respondería a una pregunta general que se presentó en todos los equipos: ¿Cómo aplicar la propuesta a la realidad que vive la institución?, pues cada una presentaba una realidad y experiencias diferentes. El valor de cualquier propuesta que se haga a las comunidades educativas es la facilidad de adaptación a las realidades que se viven. Esta enseñanza contextualizada



está plenamente justificada si se tiene en cuenta que uno de los objetivos básicos de la educación desde el enfoque CTS ha de ser "la formación de los estudiantes para ser ciudadanos de una sociedad plural, democrática y tecnológicamente avanzada" o que aspire a serlo.

Además de esto los docentes hacen alusión a que la propuesta es clara en cuanto a lo que se aborda en cada uno de los ejes, pero es necesario establecer las relaciones entre los cuatro para identificar la forma en que se articulan entre sí y con los otros campos de pensamiento.

Tal y como se mencionó anteriormente en el caso del colegio IED Jaime Pardo Leal, que ha venido trabajando la construcción de un proyecto de carácter transversal con modalidad en gestión empresarial y diseño tecnológico, es importante mencionar que su propuesta ya tenía delimitados los siguientes ejes:

El enfoque tecnológico en la institución es un eje transversal del aprendizaje, el cual es tomado como elemento didáctico más que como conjunto de conocimientos, que le permite al estudiante desarrollar ciertas habilidades y destrezas.

Percepciones sobre la resolución de problemas como herramienta en los procesos de enseñanza y aprendizaje

El colectivo de docentes está de acuerdo en afirmar que como cualquier estrategia, el aprendizaje a partir de problemas presenta algunas limitaciones que es preciso tener en cuenta, entre ellas la exigencia de una mayor dedicación del profesor, dado que su tarea no se reduce únicamente a seleccionar problemas que puedan ser más o menos compatibles con determinados contenidos teóricos, sino también en ana-

lizar la manera en que deberá orientar el aprendizaje de los alumnos, puesto que de ello depende el interés que se logre despertar y el grado de coherencia interna que adquieran las temáticas abordadas desde las Ciencias Naturales y la Tecnología. Se trata además de conseguir que el estudiante convierta en suyos los problemas que elige el profesor como punto de partida del proceso de aprendizaje. Es evidente que esta estrategia exige prestar atención a los aspectos motivacionales y actitudinales del aprendizaje de las ciencias. El aprendizaje a partir de problemas requiere también mayor dedicación por parte de los alumnos y ello puede chocar con hábitos pasivos, desarrollados tras años de inmersión en ambientes tradicionales.

De igual manera resulta conveniente que la propuesta otorgue un espacio más amplio para el desarrollo de esta estrategia que permitiría a los docentes tener parámetros de aplicación y poder aclarar cuestionamientos como: ¿qué tipos de ambientes se necesitarían para poder aplicar la propuesta? ¿Cómo establecer un nexo con las nuevas tecnologías? ¿Cómo hacerlo interdisciplinario? ¿Cómo interrelacionar los diferentes tipos de conocimiento?

## Reflexiones Finales

Los fundamentos conceptuales de la propuesta permiten hacer una reflexión académica acerca del ejercicio docente en las instituciones, pero preocupa el hecho de que este proceso sólo se haya generado para un grupo de docentes, lo cual puede ser un obstáculo para la transformación a nivel institucional, proceso en el cual se requiere del trabajo y las voluntades de todos los involucrados en la escuela.

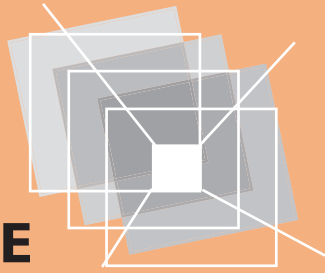
La propuesta presenta un sustento argumentado teóricamente, sin embargo, no existen los referentes desde los cuales se puedan articular los fundamentos conceptuales, los ejes, las orientaciones didácticas y la contextualización de las actividades de acuerdo a los ejes; esto se refiere a que la construcción holística de la misma puede realizarse desde cualquier apreciación, lo que puede desvirtuar su orientación.

Las actividades empleadas para contextualizar los ejes, aunque están formuladas desde los mismos, en algunos equipos

bases se interpretaron como un proceso sistemático que conlleva a la comprensión de la Ciencia, debido a la manera como se presentan en la propuesta.

Con respecto a la formulación de actividades para cada eje, se analizó que en una misma actividad podría articularse la comprensión de los conceptos científicos desde más de un eje, lo cual se resume en que si bien se sugieren unas actividades, éstas pueden ser integradoras de los mismos ejes.





**SERIE**  
**Cuadernos de Currículo**



**ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
Secretaría  
Educación

# Bibliografía



***Bogotá: una Gran Escuela***

***Bogotá (in indiferencia)***



Annevirta Tiina, Laakkonen Eero, Kinnunen Riitta, Vauras Marja, “Developmental dynamics of metacognitive knowledge and text comprehension skill in the first primary school years. Metacognition Learning”. Vol. 2, N. 1, (2007).

Ausubel, Novak y Hanesian, *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Mexico, Trillas, (1983).

Aznar, Silvia, *Piaget y Vigostski ante el siglo XXI: referentes de actualidad*, Madrid: (2000).

Bachelard, *La formación del espíritu científico*. 2ª Edición, Siglo XXI, Argentina. (1972).

Brown, A.L.; Collins, A; Duguid, P, “Situated cognition and the culture of learning”. *Educational Researcher*, n. 18. (1989).

Chevallard, *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*, Aique, Buenos Aires, (1991).

Duschl, R., *Renovar la enseñanza de las ciencias*, Narcea Editores, Madrid, (1997).

Fernández B. P. y Melero A. *La interacción social en contextos educativos*. Madrid: Siglo XXI de España editores, S.A. (1995).

Friedl Alfred, *Enseñar ciencias a los niños*. Barcelona: Gedisa Editorial, (1997).

García M. A. y Chaparro Ch. E. “La enseñanza de la química orientada a partir de actividades problémicas de aula”. En prensa. (2007).

García Pilar “Modelizar fenòmens: una combinació de gèneres lingüístics”. En: *Aprender ciències tot aprenent a escriure ciència*. Neus Sanmartí (coord.) Barcelona: Ediciones 62, (2003).

García, Devia y Díaz-Granados “Los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias naturales”. En: Adúriz-Bravo, Perafán y Badillo. “Actualizaciones en didáctica de las ciencias naturales y las matemáticas”. Magisterio. Bogotá, (2003).

García, M.Á., Díaz-Granados, S., Devia, R. y Trujillo, R.. “La unificación del trabajo teórico, el trabajo práctico de laboratorio y la resolución de problemas en química: Una propuesta desde el estudio de la discontinuidad de la materia”. *Actas del II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*, CD-ROM, (2000).

Garton, *Interacción social y desarrollo del lenguaje y la cognición*. Barcelona: Paidós, (2001).

Geertz, C, *La interpretación de las culturas*, Barcelona: Gedisa, (1987).

Giere, R., “Explaining Science. A Cognitive” Approach, University of Chicago Press, Chicago, (1988).

Gil, D. “Propuestas de secuencia. Ciencias de la naturaleza”. En: Ministerio de Educación y Ciencia. Editorial Escuela Española, (1993).

Gómez Buendía, H. “Educación: La agenda del siglo XXI. Hacia un desarrollo humano”. En: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Tercer Mundo Editores, (1998).

Hodson, D. “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”. Enseñanza de las ciencias, Vol. 12 (3), 299-313, (1994).

Izquierdo y Aliberas, “Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències”. En: Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de publicacions. Bellaterra, (2004).

Izquierdo, A. M. y Adúriz-Bravo “Epistemological foundations of school science”. Science & Education, 12: 27-43, (2003).

Izquierdo, A. M. y Sanmartí “Habilidades cognitivo-lingüísticas en la enseñanza de las ciencias naturales”. En Jorba, Gómez, Prat (2000). “Hablar y escribir para aprender: uso del lenguaje en situación de enseñanza –aprendizaje desde las áreas curriculares”. (2000).

Izquierdo, A., Espinet, M. García, M., Pujol, R., y Sanmartí, N. “Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. Enseñanza de las ciencias” (número extra), 79-92, (1999).

Jiménez A. M. “Comunicación y lenguaje en la clase de ciencias”. En: Enseñar ciencias”. María Pilar Jiménez Aleixandre (coord.). Barcelona: Graó, (2003).

Jorba J., Gómez, I., Prat, A., “Hablar y Escribir para Aprender: uso del lenguaje en situación de enseñanza - aprendizaje desde las áreas curriculares”. Madrid: Síntesis, S. A. Ediciones, (2000).

Perales y Cañal, *Didáctica de las ciencias experimentales*. Madrid: Alcoy, (2000).

Pro Bueno, A. “La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias”. En: Enseñar ciencias. María Pilar Jiménez Aleixandre (coord.). Barcelona: Graó, (2003).

Sanmartí, Neus, “Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria”. Síntesis Educación. Madrid, (2002).

Sanmartí, Neus, “Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria”. Síntesis Educación. Madrid, (2002).

Schneider Wolfgang y Lockl Kathrin, “Precursors of metamemory in young children: the role of theory of mind and metacognitive vocabulary”. Metacognition and Learning (Vol. 2, N. 1), (2006).

Slavin, “Aprendizaje cooperativo”. En Rogers y Kutnick (comps) Psicología social de la escuela primaria, Barcelona: Paidós, (1992).

Secretaría de Educación Distrital, García Alvaro et all, Pruebas Comprender de Ciencias Naturales, Bogotá, D.C., 2006.

Vygotsky, *Pensamiento y lenguaje*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, (1998).

Vygotsky, “Mind in society: The development of higher mental processes”. Cambridge, Mass: Harvard University Press, (1978).

Wertsch, J, Voces de la mente. Madrid: Visor, (1993).

Zamora B. J, “El naturalismo científico de Ronald Giere y Philip Kitcher”. Revista de filosofía, 3ª época, vol. XIII, No 24, P. 169-190. Servicio de publicaciones, Universidad Complutense de Madrid, España, (2000).





[www.imprenta.gov.co](http://www.imprenta.gov.co)  
PBX (0571) 457 80 00  
Carrera 66 No. 24 - 09  
Bogotá, D.C., Colombia