

# **INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR –ICFES–**



## **FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL ÁREA DE CIENCIAS NATURALES**

### **Autores:**

#### **Colegiatura de Biología:**

Javier Toro Baquero (ICFES)  
Carmen Reyes Blandón (Universidad Nacional)  
Rosario Martínez (Universidad Nacional)

#### **Colegiatura de Química:**

Yanneth Castelblanco (ICFES)  
Fidel Cárdenas (Universidad Pedagógica Nacional)

#### **Colegiatura de Física**

José Granés (Q. E. P. D.) (Universidad Nacional)  
Carlos Augusto Hernández (Universidad Nacional)

#### **Colaboración de:**

Ana María Cárdenas (Ministerio de Educación)  
Cindy Córdoba (Universidad Nacional)  
Carlos Ostos (Universidad Nacional)

#### **Lector internacional**

Carles Furio Mas (Universidad de Valencia)

Bogotá, Mayo 2007

## MARCO TEÓRICO DE LAS PRUEBAS DE CIENCIAS NATURALES

Grupo de Evaluación de la Educación Superior - ICFES  
Claudia Lucia Sáenz Blanco

Grupo de Evaluación de la Educación Básica y Media - ICFES  
Flor Patricia Pedraza Daza

© ICFES

Diseño y diagramación:  
Secretaría General, Grupo de Procesos Editoriales – ICFES

ALVARO URIBE VÉLEZ  
Presidente de la República

FRANCISCO SANTOS CALDERÓN  
Vicepresidente de la República

CECILIA MARÍA VÉLEZ WHITE  
Ministra de Educación Nacional

INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE  
LA EDUCACIÓN SUPERIOR



Director General  
**DIRECTORA GENERAL**  
MARGARITA PEÑA BORRERO

**SECRETARIO GENERAL**  
GENISBERTO LÓPEZ CONDE

**SUBDIRECTOR DE LOGÍSTICA**  
FRANCISCO ERNESTO REYES JIMÉNEZ

**SUBDIRECTOR ACADÉMICO**  
JULIAN PATRICIO MARIÑO VON HILDEBRAND

**OFICINA ASESORA DE PLANEACIÓN**  
CLAUDIA NATALIA MUJICA CUELLAR

**OFICINA ASESORA JURÍDICA**  
MARTHA ISABEL DUARTE DE BUCHHEIM

**OFICINA DE CONTROL INTERNO**  
LUIS ALBERTO CAMELO CRISTANCHO

## **TABLA DE CONTENIDO**

1. POLÍTICA EDUCATIVA EN COLOMBIA PARA LAS CIENCIAS NATURALES .....	8
2. FORMACIÓN EN CIENCIAS NATURALES EN EL CONTEXTO NACIONAL .....	9
3. MARCO LEGAL EVALUACIÓN EXTERNA.....	11
4. PROPÓSITOS DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS.....	12
5. HACIA UNA CONCEPCIÓN DE COMPETENCIA.....	14
6. LAS COMPETENCIAS GENERALES BÁSICAS .....	15
6.1 Interpretar, argumentar y proponer como competencias generales básicas .....	16
6.2 Competencias generales básicas en el contexto escolar.....	16
7. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN CIENCIAS NATURALES .....	17
7.1 Identificar. Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos. ....	18
7.2 Indagar. Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.....	19
7.3 Explicar. Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos. ....	20
7.4 Comunicar. Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.....	21
7.5 Trabajar en equipo. Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos.....	22
7.6 Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento.....	23
7.7 Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente.....	24
8. ALCANCES Y LIMITACIONES DE UNA EVALUACIÓN.....	25
9. LAS PRUEBAS SABER.....	27
9.1 Alcances y límites de las pruebas SABER .....	28
9.2 Utilidad de la prueba SABER para los distintos actores de la comunidad educativa ...	28
9.3 Objetivos de las pruebas SABER.....	29
10. ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LA PRUEBA.....	31
10.1 Competencias Generales y Competencias Específicas .....	32
10.2 Niveles de Competencia .....	34
10.2.1 Grado 5º.....	35
10.2.2 Grado 9º.....	36
10.3 Los Componentes .....	35
10.3.1 Entorno Vivo .....	35
10.3.2 Entorno Físico.....	36
10.3.3 Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) .....	37
EJEMPLOS DE PREGUNTAS .....	37
12. BIBLIOGRAFÍA .....	44
EXAMEN DE ESTADO.....	44
RPRUEBA DE BIOLOGÍA .....	46
INTRODUCCIÓN .....	46
1. PROPÓSITOS DE LA EVALUACIÓN EN CIENCIAS NATURALES Y EN BIOLOGÍA.....	47
2. ESTRUCTURA DE LA PRUEBA.....	48
2.1 Los Contextos de la prueba .....	49
2.2 LOS COMPONENTES .....	49
2.2.1 Componente: CELULAR .....	50
2.2.2 Componente: ORGANÍSMICO.....	51
2.2.3 Componente: ECOSISTÉMICO .....	53
2.3 LAS COMPETENCIAS .....	55

2.4 EJEMPLOS DE PREGUNTAS POR COMPETENCIA .....	56
2.5 PROFUNDIZACIÓN .....	59
2.6 EJEMPLOS DE PREGUNTAS PROFUNDIZACIÓN .....	59
BIBLIOGRAFÍA .....	61
PRUEBA DE QUÍMICA .....	64
1. CONTEXTO ACTUAL DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA.....	64
2. CONTEXTO DE LA QUÍMICA PARA LA EVALUACIÓN .....	65
2.1 El objeto de estudio de la Química .....	65
3. ESTRUCTURA DE PRUEBA .....	68
3.1 Los componentes .....	70
3.2 Las competencias .....	71
3.3 Niveles de Competencia .....	71
EJEMPLOS DE PREGUNTAS .....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78
ANEXO 1 .....	79
PRUEBA DE FÍSICA .....	83
CONTEXTO DE LA FÍSICA PARA LA EVALUACIÓN .....	83
3.1 ¿Qué es Física? .....	83
Componente 1: Mecánica clásica de partículas .....	87
Componente 2: Termodinámica.....	88
Componente 3: Eventos ondulatorios.....	89
Componente 4: Eventos electromagnéticos.....	90
IDENTIFICAR .....	92
EXPLICAR .....	92
INDAGAR .....	92
Niveles de competencia .....	96
Referencias Bibliográficas .....	99

# INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene los principios teóricos y la estructura propuesta por la colegiatura de ciencias naturales, como base para el diseño y la elaboración de las pruebas SABER, que son también extensivos a las pruebas de Estado. A partir de los contenidos de este documento se han diseñado y se han elaborado las pruebas aplicadas el año pasado y las que están por aplicarse en el año próximo.

En su contenido el documento recoge algunas ideas actuales de la didáctica de las ciencias naturales y presenta, según el juicio experto<sup>1</sup>, gran similitud con algunos resultados de la línea actual de investigación sobre 'Lenguaje y Didáctica de las Ciencias' en la escuela primaria y secundaria. Así mismo, el documento se presenta coherente con el pensamiento de algunos investigadores de la educación en ciencias, quienes destacan la necesidad de una educación científica de alta calidad para que los futuros ciudadanos y ciudadanas puedan participar en la toma de decisiones de carácter social y en particular, en aquellas relacionadas con los impactos en las sociedades de la ciencia y de la tecnología (Lemke, 2006)

En relación con su presentación y organización el documento se encuentra dividido en doce numerales, cuyos temas, si bien están altamente relacionados entre sí, ostentan un grado de independencia tal que pueden ser abobados para su lectura de manera independiente a juicio de cada lector.

Desde la “Política educativa en Colombia para las ciencias naturales”, en el primer numeral, se hace una ubicación de las directrices que se han formulado en el país sobre la educación en ciencias, a partir de la Constitución política de 1991 y la ley 115 o ley general de educación de 1994. Con un poco más de detalle, en el numeral 2, “Formación en ciencias naturales en el contexto nacional” se destacan los fines de la educación básica y media y sus objetivos específicos. En el numeral 3, aún en el contexto de la normatividad legal vigente, se recogen las ideas centrales de lo que ha sido y lo que debe ser la evaluación externa en el contexto nacional, que se inició con los exámenes de Estado para el ingreso a la educación superior y continuó luego con las pruebas SABER o de calidad de la educación y se extiende ahora a los exámenes calidad de la educación superior ECAES.

Ya en el numeral cuatro se presentan los objetivos que persigue la educación en ciencias, desde el punto de vista de la formación de la persona y del desarrollo de sus capacidades como ser humano. En el numeral cinco, “Hacia una concepción de competencia”, se presenta una concepción de competencias en los siguientes términos: **capacidad de saber actuar e interactuar en un contexto material y social.**

Con base en esta concepción de competencia, se abordan los numerales seis y siete en los cuales, bajo los títulos de “las competencias generales básicas” y “competencias específicas en ciencias naturales”, se plantea la estructura propiamente dicha de lo que es el marco teórico que sostiene la elaboración de las pruebas; para este propósito se definen, en primer lugar, las competencias generales básicas: interpretar, argumentar y proponer y, en segundo lugar, las competencias específicas para ciencias naturales: identificar, indagar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y la disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente. En este último caso, se hace diferencia entre las competencias que son susceptibles de evaluar en una prueba de carácter masivo como SABER y examen de Estado y aquellas, que aunque en estos momentos no los son, deben ser objeto de evaluación y seguimiento en contextos más limitados como el aula de clase.

---

<sup>1</sup> Este documento fue revisado por Carles Furió, Universidad de Valencia, España. Diciembre 2006.

En el numeral ocho, “alcances y limitaciones de una evaluación” además de destacar la importancia que tiene la evaluación que se desarrolla de manera continua en el aula de clase en la interacción docente estudiante, se establecen algunos alcances y limitaciones de las pruebas de cobertura masiva como SABER y ESTADO. En el numeral nueve, “propósitos de las pruebas SABER” el lector puede encontrar los propósitos de las pruebas antes mencionadas y algunos de los posibles usos que puede tener la información que se obtiene mediante ellas para los distintos estamentos de la comunidad educativa.

Los últimos dos numerales son de carácter específico y están relacionados directamente con los dominios de conocimiento acerca de los cuales versan las pruebas SABER y examen de ESTADO. Bajo el título “Estructura y componentes de la prueba SABER”, en el documento se presentan, para cada uno de los grados quinto y noveno, las competencias específicas con sus respectivos niveles que son objeto de evaluación; así mismo, se encuentran descritos los componentes de las ciencias naturales que se incluyen en la evaluación en términos de Entornos así: entorno vivo, entorno físico y entorno ciencia tecnología sociedad y ambiente. En el numeral “Estructura de examen de Estado en ciencias naturales” se presentan, en el documento, algunos ajustes propuestos al marco teórico del año 2000 “examen de estado cambios para el siglo XXI”. Las competencias que se manejan en esta prueba son las propuestas para la evaluación en ciencias, pero los componentes están descritos como las distintas aproximaciones de abordar los lenguajes de cada una de las disciplinas: Biología, Química y Física.

Finalmente, el documento termina con una bibliografía que de una parte, permite dar crédito a los pensadores de los cuales se han tomado ideas para la elaboración del mismo y de otra, pretende servir de orientación para aquellos lectores e interesados en la educación en ciencias para que profundicen en ellos.

# 1. POLÍTICA EDUCATIVA EN COLOMBIA PARA LAS CIENCIAS NATURALES

La Constitución Colombiana de 1991<sup>2</sup> señala las normas generales para regular el Estado Social de Derecho del pueblo colombiano y asegurar a sus integrantes la vida, la convivencia, el trabajo, la justicia, la igualdad, el conocimiento, la libertad y la paz, dentro de un marco jurídico, democrático y participativo que garantice un orden político, económico y social justo. En este sentido, la educación a que tienen derecho todos los niños y las niñas de Colombia se fundamenta legalmente en los principios de la Constitución en sus artículos 45, 67, 70 y 79, los cuales se enuncian a continuación:

- El adolescente tiene derecho a la protección y a la formación integral. El Estado y la sociedad garantizan la participación activa de los jóvenes en los organismos públicos y privados que tengan a cargo la protección, educación y progreso de la juventud.
- La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social: con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente. El Estado, la sociedad y la familia son responsables de la educación, que será obligatoria entre los cinco y los quince años de edad y que comprenderá como mínimo, un año de preescolar y nueve de educación básica... Corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos; garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo...
- El Estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, técnica, artística y profesional en todas las etapas del proceso de creación de la identidad nacional. La cultura en sus diversas manifestaciones es fundamento de la nacionalidad. El Estado reconoce la igualdad y dignidad de todas las que conviven en el país. El Estado promoverá la investigación, la ciencia, el desarrollo y la difusión de los valores culturales de la Nación.
- Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

La Constitución Política establece los principios sobre el derecho a la educación que tiene toda persona en las libertades de enseñanza, de aprendizaje, de investigación y de cátedra y en su carácter de servicio público. En este sentido, se fundamenta La Ley General de Educación, ley 115 de 1994, la cual señala las normas generales para regular el Servicio Público de la Educación que cumple una función social acorde con las necesidades e intereses de las personas, de la familia y de la sociedad. Esta ley establece el fin del proceso educativo de un estudiante en el contexto nacional, el cual se expone a continuación:

---

<sup>2</sup> Constitución Política de Colombia de 1991.



“La educación debe favorecer el pleno desarrollo de la personalidad del educando, dar acceso a la cultura, al logro del conocimiento científico y técnico y a la formación de valores éticos, estéticos, morales, ciudadanos y religiosos, que le faciliten la realización de una actividad útil para el desarrollo socioeconómico del país” Artículo 92 (Ley 115, 1994)

## 2. FORMACIÓN EN CIENCIAS NATURALES EN EL CONTEXTO NACIONAL

La Ley General de Educación en su artículo 5º plantea los fines de la educación en los numerales 5, 7, 9, 10 y 12, que se exponen a continuación:

- “La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber”.
- “El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la creación artística en sus diferentes manifestaciones”.
- “El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país”.
- “La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del ambiente de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación”.
- “La formación para la promoción y preservación de la salud y la higiene, la prevención integral de problemas socialmente relevantes, la educación física, la recreación, el deporte y la utilización adecuada del tiempo libre”.

Estos numerales permiten establecer una relación directa con la enseñanza en ciencias naturales. Dentro de la misma ley, se establecen los objetivos relacionados con las ciencias naturales para cada uno de los niveles de la educación formal, en los Artículos 16, 20, 21, 22 y 30 respectivamente:

- **Educación preescolar:** 1) “El desarrollo de la creatividad, las habilidades y destrezas propias de la edad, como también su capacidad de aprendizaje. 2) Estímulo a la curiosidad para observar y explorar el medio natural, familiar y social. 3) La vinculación de la familia y la comunidad al proceso educativo para mejorar la calidad de vida de los niños y las niñas en su medio. 4) La formación de hábitos de alimentación, higiene personal, aseo y orden que generen conciencia sobre el valor y la necesidad de la salud”.
- **Educación Básica:** 1) “Propiciar una formación general mediante el acceso, de manera crítica y creativa, al conocimiento científico, tecnológico artístico y humanístico y de sus relaciones con la vida social y la naturaleza, de manera tal que prepare al educando para los niveles superiores del proceso educativo y para su vinculación con la sociedad y el trabajo. 2) Ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana. 3) Fomentar el interés y el desarrollo de actitudes hacia la práctica investigativa. 4) Propiciar la formación social, ética, moral y demás valores del desarrollo humano”.

Objetivos Específicos para la educación básica (primaria y secundaria) y Media:

- **Básica primaria:** 1) “El fomento del deseo de saber, de la iniciativa personal frente al conocimiento y frente a la realidad social, así como el espíritu crítico. 2) La comprensión básica del medio físico, social y cultural, en el nivel local, nacional, y universal, de acuerdo con el desarrollo intelectual y la edad. 3) La valoración de la higiene y la salud del propio cuerpo y la formación para la protección de la naturaleza y el ambiente”.
- **Básica secundaria:** 1) “El avance en el conocimiento científico de los fenómenos físicos, químicos y biológicos, mediante la comprensión de las leyes, el planteamiento de problemas y la observación experimental. 2) El desarrollo de actitudes favorables al conocimiento, valoración y conservación de la naturaleza y el ambiente. 3) La iniciación en los campos más avanzados de la tecnología moderna y el entrenamiento en disciplinas, procesos y técnicas que le permitan el ejercicio de una función socialmente útil. 4) La utilización con sentido crítico de los distintos contenidos y formas de información y la búsqueda de nuevos conocimientos con su propio esfuerzo”.
- **Educación Media:** 1) “La profundización en un campo de conocimientos avanzados de las ciencias naturales. 2) La incorporación de la investigación al proceso cognoscitivo, tanto de laboratorio como de la realidad nacional, en sus aspectos natural, económico, político y social. 3) El desarrollo de la capacidad para profundizar en un campo de conocimientos de acuerdo con las potencialidades e intereses. 4) La vinculación a programas de desarrollo y organización social y comunitaria, orientados a dar solución a los problemas de su entorno”<sup>3</sup>.

A partir de los fines de la educación, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en cumplimiento del Artículo 78, de la misma ley, genera los Lineamientos Curriculares<sup>4</sup>. En los lineamientos “el sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental es precisamente el de ofrecerle a los estudiantes colombianos la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales, en especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el carácter armónico del ambiente”<sup>5</sup>. La apropiación de este conocimiento debe formar en el estudiante una actitud crítica y reflexiva sobre su entorno, que le permita ser consciente de los peligros que un ejercicio irresponsable de este saber puede generar sobre la naturaleza.

Estos lineamientos dieron las pautas para generar estrategias en el desarrollo de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI), y en las actividades de aula y para propiciar cambios en la educación que tenía el país hasta ese momento. En la actual administración, el Gobierno Nacional se planteó como un propósito, en relación con la equidad social, generar unos Estándares Básicos de Competencias, en el sentido de orientar los procesos educativos y garantizar que todas las instituciones escolares del país ofrezcan a sus alumnos la misma calidad de educación.

Partiendo de lo anterior, en la ley 715 del 2001<sup>6</sup>, en su artículo 5º, se establecen pautas generales con las cuales se fortalecen los Lineamientos Curriculares, se definen las políticas educativas para la prestación del servicio e instrumentos que determinen la calidad de la

<sup>3</sup> Ley general de Educación Ley 115 de 1994

<sup>4</sup> El currículo se entiende como un conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local.

<sup>5</sup> Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental, 1998

<sup>6</sup> Ley 715, 2001

educación y se establecen puentes de comunicación entre la comunidad educativa y el MEN, así:

- “Formular las políticas y objetivos de desarrollo para el sector educativo y dictar normas para la organización y prestación del servicio”.
- “Establecer las normas técnicas curriculares y pedagógicas para los niveles de educación preescolar, básica y media, sin perjuicio de la autonomía de las instituciones Educativas y de la especificidad de tipo regional”.
- “Definir, diseñar y establecer instrumentos y mecanismos para la calidad de la educación”

En esta perspectiva se elaboran los Estándares Básicos de Competencias para las áreas de matemática, lenguaje, ciencias naturales y ciencias sociales. Estos estándares son entendidos “como criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender los niños, niñas y jóvenes, y además establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de *saber* y *saber hacer* en contexto en cada una de las áreas y niveles”<sup>7</sup>. Estos estándares son ya un referente con el cual se establecen las propuestas de cambio en los PEI y currículos de las instituciones.

Los Estándares básicos de Competencias en Ciencias Naturales tienen un énfasis en competencias, buscando así el desarrollo de las habilidades y actitudes científicas por parte de los estudiantes. Para esto, los estándares recomiendan que se fomente en la educación en ciencias del país la capacidad de:

- Explorar hechos y fenómenos.
- Analizar problemas.
- Observar, recoger y organizar información relevante.
- Utilizar diferentes métodos de análisis.
- Evaluar los métodos.
- Compartir los resultados.

Además con estos estándares se busca que en las instituciones educativas se creen espacios adecuados para “que el estudiante construya un aprendizaje frente a la investigación y que se aproxime al conocimiento a través de la indagación. Esto implica que aprenda a recoger datos fidedignos, analizarlos y encontrar relaciones entre ellos, y a aprender a comunicar lo que ha descubierto, y todo esto debe estar estrechamente ligado con los conocimientos ya establecidos en las ciencias naturales tales como la física, la química o la biología. Con esta aproximación como científico, el estudiante podrá llegar a tener compromisos sociales que se relacionan con las ciencias sociales y con las competencias ciudadanas”<sup>8</sup>

### 3. MARCO LEGAL EVALUACIÓN EXTERNA

La evaluación externa nace como un proyecto cuando la Asociación Colombiana de Universidades y el Fondo Universitario Nacional firman el Acuerdo No.65 de 1966 a través del cual se organiza el Servicio de Admisión Universitaria y Orientación Profesional, cuyos objetivos fundamentales incluían la preparación, la administración y la evaluación de instrumentos, cuyos resultados sirviera a que los resultados sirvieran a las universidades para los procesos de selección de sus estudiantes.

---

<sup>7</sup> Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales p.5

<sup>8</sup> Altablero No 30, p 4

En 1980 el decreto 2343 de 1980 reglamenta los Exámenes de Estado para Ingreso a la Educación Superior, y establece que “Los Exámenes de Estado para Ingreso a la Educación Superior son pruebas académicas de cobertura nacional, de carácter oficial y obligatorio que tiene como propósito comprobar niveles mínimos de aptitudes y conocimientos de quienes aspiran a ingresar a las Instituciones del Sistema de Educación Superior.”, además “...ofrece a los examinados un tipo de evaluación homogénea y suministra a las instituciones de educación Superior un punto de referencia para definir sobre la admisión de sus alumnos”.

Este decreto señala que en las pruebas “... se evaluarán los conocimientos sobre las áreas básicas comunes a las diversas modalidades del bachillerato, de acuerdo con las disposiciones vigentes. Así mismo mediante pruebas especiales evaluarán la aptitud, habilidades o destrezas”.

Posteriormente el Decreto 1219, de 1985, reglamentó el artículo 6º del decreto 2343/80. En el sentido que “La vigencia de los resultados del Examen de Estado reglamentado por el Decreto 2343 de 1980 será indefinida. Con la Ley 30 de 1992 por la cual se reforma la educación superior, (que se encuentra vigente), ratifica el Examen de Estado para Ingreso a la Educación Superior como requisito de obligatorio cumplimiento, establece en el Artículo 14º, como requisitos para el ingreso a los diferentes programas de Educación Superior, además de los que señale cada institución, poseer el título de bachiller o su equivalente en el exterior y haber presentado el Examen de Estado para el ingreso a la Educación Superior.

El MEN en función de la calidad de la educación establece en el artículo 80 de la Ley 115 de 1994, la evaluación de la educación, el cual se expone a continuación:

- “Evaluación de la educación. De conformidad con el artículo 67 de la Constitución Política, el Ministerio de Educación Nacional, con el fin de velar por la calidad, por el cumplimiento de los fines de la educación y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos, establecerá un Sistema Nacional de Evaluación de la Educación que opere en coordinación con el Servicio Nacional de Pruebas del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, y con las entidades territoriales y sea base para el establecimiento de programas de mejoramiento del servicio público educativo. El Sistema diseñará y aplicará criterios y procedimientos para evaluar la calidad de la enseñanza que se imparte, el desempeño profesional del docente y de los docentes directivos, los logros de los alumnos, la eficacia de los métodos pedagógicos, de los textos y materiales empleados, la organización administrativa y física de las instituciones educativas y la eficiencia de la prestación del servicio. Las instituciones que presenten resultados deficientes deben recibir apoyo para mejorar los procesos y la prestación del servicio. Aquéllas cuyas deficiencias se deriven de factores internos que impliquen negligencias y/o responsabilidad darán lugar a sanciones por parte de la autoridad administrativa competente...”.

Este artículo legitima la prueba SABER como un instrumento que establece los criterios y procedimientos que evalúan la calidad de la enseñanza que se imparte en el país.

## **4. PROPÓSITOS DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS**

La educación en las instituciones escolares debe ser un proceso a través del cual se contribuya a formar un ciudadano capaz de actuar y de vivir integralmente en la sociedad. La expresión vivir integralmente, en este contexto, ha de entenderse como el ejercicio pleno del derecho que tiene todo ser humano para formarse y construir durante su existencia un proyecto de vida que desarrolle sus potencialidades y que contribuya al progreso de la sociedad. En este sentido, la educación debe crear escenarios para que cada individuo perfeccione todas sus capacidades hasta los niveles más altos de excelencia.

Desde un ámbito más particular, la educación en ciencias tiene como tarea la formación de niños, niñas y jóvenes capaces de reconocer y diferenciar explicaciones científicas y no científicas acerca del funcionamiento del mundo y de los acontecimientos que en él suceden. En su recorrido por el estudio de las ciencias naturales en los distintos niveles de la educación, el estudiante entenderá que la ciencia tiene una dimensión universal, que es cambiante y entendible y que permite explicar y predecir. El alumno comprenderá que la ciencia es, ante todo, una permanente construcción humana de tipo teórico y práctico y entenderá que, en la medida en que la sociedad y la ciencia progresan, se establecen nuevas y diferentes relaciones de impacto mutuo entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Otro objetivo de la educación en ciencias es desarrollar en los estudiantes la capacidad para establecer relaciones entre nociones y conceptos provenientes de contextos propios de la ciencia y nociones y conceptos provenientes de otras áreas del conocimiento, poniendo en ejercicio su creatividad, esto es, su capacidad para hacer innovaciones, producir nuevas explicaciones y contribuir a la transformación real de su entorno. La formación en ciencias debe desarrollar la capacidad crítica del estudiante, entendida ésta, como la pericia para identificar inconsistencias y falacias en una argumentación, para valorar la calidad de una información o de un mensaje y para asumir una posición propia. Lo anterior hace parte de los requerimientos del mundo moderno que exige la capacidad de interpretar y actuar socialmente de manera reflexiva, eficiente, honesta y ética.

Para alcanzar los objetivos anteriores, la educación en ciencias debe desarrollar en los estudiantes para desarrollar en ellos la capacidad de:

- formular preguntas, plantear problemas válidos, interpretarlos y abordarlos rigurosamente,
- construir distintas alternativas de solución a un problema o de interpretación de una situación y seleccionar con racionalidad la más adecuada,
- seleccionar y utilizar sus conocimientos en una situación determinada,
- trabajar en equipo, intercambiando conocimientos y puntos de vista,
- dar y recibir críticas constructivas y,
- tomar decisiones asumiendo sus posibles consecuencias.

En este mismo contexto, la educación en ciencias debe formar para el dominio del lenguaje de la ciencia, para la comunicación según distintas circunstancias y modalidades y en general, para la adaptación del ser humano a las situaciones cambiantes del mundo moderno. En este sentido, desde el punto de vista pedagógico, se debe tener en cuenta que, para lograr el dominio y la comprensión del lenguaje propio de las ciencias, el niño y la niña transita paulatinamente desde un universo de significados muy ligado a su realidad cercana, que se enriquece permanentemente, hasta alcanzar niveles cada vez más altos de abstracción y de generalización.

En relación con la formación de la persona, la educación en ciencias debe propender por el fomento del deseo y la voluntad de saber y por el desarrollo en los estudiantes de una actitud de rigor en el trabajo investigativo. Así mismo, debe preocuparse por desarrollar valores como la honestidad, la justicia y el respeto a las personas y a sus diferentes ideas y formas de pensar, y debe propender por una actitud ética frente a la vida sobre el planeta en todas sus expresiones. Se espera así, que el desarrollo de las competencias en ciencias contribuya a la formación de hombres y mujeres capaces de ejercer una ciudadanía ética, responsables y conscientes de que toda sociedad requiere para su funcionamiento un conjunto de normas y principios básicos que garanticen la convivencia armónica entre sus integrantes y la de estos con la naturaleza.

En términos generales, la formación en ciencias en el aula se organiza en tres ejes potencialmente útiles para la formación ciudadana:

- el de *los contenidos o académico*, que incluye el aprendizaje de las nociones y explicaciones de las ciencias,

- el de los procesos o formas de aproximarse al entendimiento del mundo natural y su devenir y,
- el del contexto social dentro del cual se lleva a cabo la formación en ciencias y la aplicación de los conocimientos para la solución de las necesidades humanas, esto es, el de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad.

Este último eje de la educación en ciencias debe propender por la formación de un ciudadano que valore y analice críticamente las relaciones dinámicas que se generan día a día entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, en lo que podría llamarse una educación en ciencias con compromiso social, es decir, con posibilidades de comprender y hacer uso de la ciencia en función del mejoramiento de la calidad de vida de las personas y de las comunidades (Gil, et al, 2005). Así mismo, la educación en ciencias debe ocuparse de la formación de los futuros ciudadanos con capacidad para emitir juicios de valor fundamentados acerca de las bondades y riesgos derivados de los adelantos científicos y tecnológicos.

Es pertinente tener presente, además, que en las instituciones escolares no se trata de formar científicos en sentido estricto se trata más bien de formar personas que sean capaces de reconstruir significativamente el conocimiento existente, aprendiendo a aprender, a razonar, a tomar decisiones, a resolver problemas, a pensar con rigurosidad y a valorar de manera crítica el conocimiento y su impacto en la sociedad y en el ambiente.

## 5. HACIA UNA CONCEPCIÓN DE COMPETENCIA

### ¿Por qué “competencias”?

Muchas cosas han cambiado en los últimos cincuenta años. En particular, es imposible ya predecir con alguna certeza el campo posible de acción de un profesional o elegir confiablemente los conocimientos básicos necesarios para la vida en una sociedad que se transforma rápidamente. Los nuevos medios de información y comunicación y, en general, las nuevas tecnologías han cambiado notablemente el panorama del trabajo y de la interacción entre los seres humanos. No se trata ahora de formar a los jóvenes para una vida predecible de antemano, sino de prepararlos para asumir retos siempre nuevos y para afrontar problemas futuros que no es posible imaginar en el presente. La escuela debe dar herramientas para una vida social que va a exigir iniciativa y apertura, flexibilidad y criterio; debe formar individuos capaces de formular sus propios problemas y de interpretar circunstancias inesperadas. Estas consideraciones justificarían la decisión de pensar la educación en términos de ampliar las posibilidades de acción, interacción e interpretación de los estudiantes y no sólo de asegurar la adquisición de ciertos conocimientos. La capacidad de actuar, interactuar e interpretar de cierto modo se llama “competencia”.

La noción de “competencia” que se emplea actualmente en el campo de la educación ha servido para replantear tanto los objetivos de la formación de los alumnos como también los fines y las estrategias de la evaluación. El énfasis en la apropiación de conocimientos y pautas de acción asociadas a los contenidos se ha desplazado al desarrollo de capacidades de acción e interacción y a la apropiación de las gramáticas básicas propias de los distintos campos del saber; se trata de asegurar el desarrollo de las capacidades para vivir productivamente en la sociedad, para continuar aprendiendo y para enfrentar situaciones nuevas.

En todos los niveles de la educación y en prácticamente todos los países del mundo se habla hoy de competencias pero no parece existir un consenso general sobre cuáles son esas competencias. El problema es determinar las competencias que deben desarrollarse en los distintos niveles y en los distintos campos. Mientras que para algunos estudiosos y para

algunas instituciones las competencias deben ser sólo unas pocas básicas, otros estudiosos han encontrado que algunos campos requieren varias competencias específicas para cubrir el universo de capacidades requerido. Las pruebas SABER y el Examen de Estado se orientan a la evaluación de las competencias. Por esta razón resulta pertinente hacer aquí una aproximación al concepto de competencia.

La competencia podría definirse como “capacidad de actuar en un contexto”, pero resulta conveniente explicitar, además de la dimensión de la acción, la de la interacción, no necesariamente comprendida en la primera. La acción puede pensarse como *acción sobre* algo, como actividad transformadora o creadora. Esta noción de acción es útil para el trabajo, pero no cubre las capacidades requeridas para la vida social. En la interacción es esencial la capacidad de aceptar al otro, de ponerse en su lugar; es esencial la disposición a escuchar y a conocer, la disposición a comprender. La dimensión receptiva de la competencia, que es esencial en el campo de las “competencias ciudadanas”, es importante también como disposición a aprender y como capacidad de trabajar en equipo, en todas las áreas.

La competencia implica un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que determinan la realización de una acción en un contexto determinado; en dicho contexto el sujeto además debe mostrar un desempeño que se considera adecuado en la acción que realiza.<sup>9</sup>

Considerando lo anterior, aquí podríamos insistir en la competencia como *capacidad de saber actuar e interactuar en un contexto material y social*. El contexto puede ser una situación social o afectiva, un problema técnico o práctico, una decisión moral o una tarea individual o colectiva. Pero esta definición es demasiado general y resulta necesario explicitar mejor lo que se requiere para actuar e interactuar en un contexto social como el trabajo y la vida ciudadana.

## 6. LAS COMPETENCIAS GENERALES BÁSICAS

La sociedad se sostiene sobre la base de unos acuerdos básicos que la educación se encarga de promover. Los miembros de una sociedad reconocen la legitimidad de las leyes que los rigen en la medida en que comparten ideas sobre la justicia, el bien y la verdad. Esta comunidad de criterios, básica para mantener la unidad de la sociedad, está basada en una comunidad de conocimientos y formas de juzgar y actuar que se aprende en la escuela y que responde a un sentido de la educación expresado en los fines consagrados en la ley.

El trabajo y la interacción, que constituyen las dimensiones básicas de la vida social, se desarrollan sobre la base del acumulado simbólico (ciencia, arte, valores morales) a partir del cual tienen sentido las acciones de los ciudadanos. La apropiación y el cultivo de esta riqueza simbólica requieren unas ciertas competencias generales que son comunes a la vida ciudadana y al aprendizaje de los distintos modelos de representación de los fenómenos naturales y de los acontecimientos sociales.

Las competencias, como toda gran caracterización de la experiencia y de las potencialidades humanas, deben considerar las dimensiones de la ética, la estética y el conocimiento. En el proceso de formación, pensado como desarrollo de competencias, es fundamental tener en cuenta las anteriores dimensiones. Sin embargo, en una evaluación masiva sólo es posible dar

---

<sup>9</sup> C. Vasco propone una definición de competencia que busca reconocer distintos elementos involucrados en la educación: “una competencia puede describirse más precisamente como un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, metacognitivas, socioafectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos relativamente nuevos y retadores.”(Vasco, 1998)

razón de las acciones que se expresan a través de lo escrito. Por eso, para las pruebas SABER y la prueba de Estado se han tenido en cuenta tres competencias generales básicas. Esas competencias son, en primer lugar, la *interpretación* que hace posible apropiarse representaciones del mundo y, en general, la herencia cultural; en segundo lugar, la *argumentación* que permite construir explicaciones y establecer acuerdos y en tercer lugar, la *proposición* que permite construir nuevos significados y proponer acciones y asumirlas responsablemente previendo sus consecuencias posibles.

## **6.1 Interpretar, argumentar y proponer como competencias generales básicas**

El lenguaje hace posible que nos relacionemos con los otros y que comprendamos el mundo que nos rodea. Lo que tiene sentido para nosotros adquiere ese sentido gracias al lenguaje. Nuestra experiencia humana está desde el comienzo mediada por el lenguaje. Aprendemos a relacionarnos con las cosas cuando aprendemos a nombrarlas. Lo que existe antes de nosotros o en nuestro entorno tiene un significado para nosotros los seres humanos cuando es nombrado, cuando es interpretado. El mundo que habitamos, entonces, es inevitablemente un mundo interpretado. La interpretación está en el origen de la condición humana. La competencia interpretativa es propia de todos los seres humanos.

De modo parecido, estamos siempre inmersos en un mundo social, hasta el punto de que sólo adquirimos conciencia de nosotros mismos a través de las relaciones que establecimos con otros seres humanos. Somos seres inevitablemente colectivos, incapaces de aprender a pensar y aún de sobrevivir humanamente sin la ayuda de otros. Estamos inmersos en el universo de la comunicación. En ese universo, las cosas no están simplemente dadas. Están de cierto modo “justificadas”; suponemos que existen razones, motivos o causas de que se dan las cosas. Argumentar es dar razón de algo, explicarlo o justificarlo. Explicar, discutir, comprender y dar razones de algo son formas de argumentar. La argumentación está dada desde nuestro nacimiento como una posibilidad de existencia social y de comprensión del mundo.

Las palabras se vinculan con las cosas, pero van más allá de las cosas. Las palabras (árbol, pájaro, casa, número, emoción) agrupan infinidad de particulares y abren la posibilidad de dar razón no sólo de las experiencias pasadas sino también de las nuevas experiencias. Contar con interpretaciones sobre lo que ocurre nos permite pensar de antemano las acciones. Imaginamos lo que haremos antes de llevarlo a cabo. Imaginar posibilidades es resultado natural de vivir en un mundo de lenguaje. La facultad de imaginar y proponer nuevas interpretaciones y cursos de acción, esto es, la competencia propositiva, es específicamente humana y pertenece a todos los individuos de la especie, aunque encuentre modos distintos de manifestarse y desarrollarse en cada uno.

No sobra insistir aquí en el vínculo esencial que existe entre interpretar, argumentar y proponer.

## **6.2 Competencias generales básicas en el contexto escolar**

Como se ha dicho, interpretar, argumentar y proponer son competencias básicas que nos permiten vivir en sociedad. La educación hace posible el desarrollo de esas competencias, aportando nuevas interpretaciones, nuevos lenguajes y nuevas posibilidades de orientar las acciones.



Si consideramos el conjunto de las acciones que se realizan en el contexto de la vida escolar, podemos reconocer en ellas las mismas tres grandes dimensiones: la interpretación de textos, fenómenos o acontecimientos, la argumentación que sirve de base a las explicaciones y la proposición que permite imaginar nuevas acciones y prever sus resultados.

La academia se distingue por un entramado de interpretación, argumentación y proposición<sup>10</sup>. En la escuela se interpreta, se argumenta sobre las interpretaciones, se modifican las interpretaciones sobre la base de la argumentación, se proyectan acciones sobre la base de la interpretación y la argumentación, se interpretan los resultados de esas acciones, se argumenta sobre las interpretaciones de los nuevos resultados, se corrigen las interpretaciones previas y se diseñan nuevas formas de acción, etc. La cultura académica promueve un desarrollo orientado a afinar y enriquecer nuestras capacidades de interpretar, argumentar y proponer.

## 7. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN CIENCIAS NATURALES

Las competencias básicas generales se desarrollan y diferencian a lo largo de la experiencia escolar. Aprendemos en la escuela una manera de relacionarnos con el acumulado simbólico heredado en las ciencias y las artes, con lo escrito y con la argumentación. Aprendemos a hacer uso del lenguaje hablado y escrito para planear nuestras acciones y hacer juicios o balances sobre ellas. Pensar en las competencias generales es básico en la formación escolar. Esta formación puede ser vista como un desarrollo permanente de la capacidad de lectura y escritura que implica la apropiación de lenguajes abstractos, como las matemáticas, y la familiaridad con ciertos significados que se definen en el marco simbólico de las teorías.

Todo aprendizaje, por ejemplo, aprender a leer y a escribir, aprender a hablar una lengua extranjera, aprender a bailar o a reconocer una melodía en el pentagrama, aprender a resolver problemas de física o matemáticas o aprender a interpretar cierto tipo de fenómenos abre nuevas posibilidades de actuar, interactuar y de sentir. Aunque la secuencia de los aprendizajes específicos puede variar, existe un cierto orden de apropiación de los conocimientos que asegura el empleo de lo conocido en el aprendizaje de lo desconocido. Lo que hemos aprendido nos capacita para aprender otras cosas, nos da nuevas competencias.

Cada área del conocimiento desarrolla formas particulares de comprender los fenómenos que le son propios y de indagar acerca de ellos. Puede decirse también que cada disciplina desarrolla lenguajes especializados y que a través de estos lenguajes las competencias generales adquieren connotaciones y formas de realización específicas. Para dar cuenta de esta especificidad en la enseñanza de las ciencias naturales conviene definir ciertas competencias específicas que dan cuenta de manera más precisa de la comprensión de los fenómenos y del quehacer en el área.

*Se definen, entonces, para el área de las ciencias naturales siete competencias específicas que corresponden a capacidades de acción que se han considerado relevantes; pero solo tres de ellas, Identificar, Indagar y Explicar, son evaluadas. Las otras cuatro competencias: Comunicar, Trabajar en equipo, Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y Disposición para aceptar la naturaleza cambiante del conocimiento deben*

---

<sup>10</sup> MOCKUS, Antanas (1995), "La Misión de la Universidad" en Reforma Académica: Documentos, Universidad Nacional, Bogotá.

*desarrollarse en el aula, aunque de momento no se puedan rastrear desde una evaluación externa.*

Las competencias específicas en ciencias naturales se deben desarrollar desde los primeros grados de la educación, de manera que el estudiante vaya avanzando paulatinamente en el conocimiento del mundo desde una óptica que depende de la observación de los fenómenos y de la posibilidad de dudar y preguntarse acerca de lo que se observa. De esta manera el estudiante aprenderá a interactuar de manera lógica y propositiva en el mundo en que se desarrolla.

No es difícil ver que se requieren las competencias generales para identificar las preguntas científicas, para explicar científicamente los fenómenos y para usar la evidencia científica. Las competencias generales son condición para la apropiación de las herramientas conceptuales y metodológicas que requiere el desarrollo del pensamiento científico y para valorar de manera crítica la ciencia. El ejercicio de la interpretación, la argumentación y la construcción de nuevas alternativas de acción es clave para reconocer el valor de las ciencias y para desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo.

### **Explicación de Las competencias específicas en el área de ciencias naturales**

A continuación se nombran las competencias específicas que se ha considerado importante desarrollar en el aula de clase.

1. *Identificar.* Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.
2. *Indagar.* Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.
3. *Explicar.* Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.
4. *Comunicar.* Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.
5. *Trabajar en equipo.* Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos.
6. *Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento.*
7. *Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente.*

#### **7.1 Identificar. Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.**

Esta competencia se desarrolla, como las demás, a lo largo de la vida escolar. El niño y la niña comienza diferenciando los objetos y los fenómenos según categorías básicas, desde la cotidianidad. Aprende a diferenciar objetos según su color, tamaño, forma, textura, etc. Más tarde, la escuela introduce formas de diferenciación de objetos y fenómenos según categorías o criterios más elaborados. Algunas de estas categorías pueden ser: la forma (¿cómo es?), la materia (¿de qué está hecho?), el cambio (¿cómo cambia?) y la relación con nosotros (semejanza, diferencias, utilidad y cuidado)<sup>11</sup>.

Las categorías que permiten distinguir los objetos y los fenómenos serán reemplazadas por otras a lo largo de la formación en ciencias. La apropiación de las categorías de las ciencias

---

<sup>11</sup> Hemos empleado aquí categorías similares a las que utiliza Aristóteles. En la *Metafísica*, define precisamente cuatro causas o condiciones de existencia de las cosas: causa formal (la forma), causa material (la materia), causa eficiente (el principio de generación o de cambio) y causa final (la finalidad).

permite avanzar en la diferenciación y el reconocimiento de fenómenos. Las nuevas formas de reconocimiento y de diferenciación transforman la mirada y pueden convertirse en una fuente de preguntas y problemas. La percepción de un fenómeno y la representación que nos hacemos de él están condicionadas por la manera de preguntar y por la pregunta misma. Un animal que corre por el campo suscita inquietudes distintas y moviliza conceptos y representaciones diferentes cuando se considera desde la biología o desde la física.

Aprendemos a ver el mundo que nos rodea en la medida en la cual avanzamos en el proceso de distinguir y agrupar las cosas, y de reconocer fenómenos y vínculos entre ellos. En este proceso, el lenguaje es fundamental. Por otra parte, gracias a la información que recibimos a través de los sentidos, de los diálogos con otros, de los medios de comunicación y de la escuela, nuestra percepción se hace más fina y los fenómenos adquieren nuevos significados. Adquirimos, en palabras de D. Hawkins (Hawkins, 1974), una “visión informada”.

En la escuela es preciso fomentar que los estudiantes se conviertan en observadores permanentes y cuidadosos del universo del que hacen parte y estimular la búsqueda de todo tipo de diferencias, analogías, interrelaciones, causas y efectos. Esta primera competencia está íntimamente relacionada con el conocimiento disciplinar de las ciencias naturales, pero es importante enfatizar que no se trata de que el estudiante repita de memoria los términos técnicos, sino de que comprenda los conceptos y las teorías y de que sepa aplicar sus conocimientos en la resolución de problemas. Las preguntas de las pruebas buscan que el estudiante relacione conceptos y conocimientos adquiridos, con fenómenos que se observan con frecuencia, de manera que pase de la simple repetición de los conceptos a un uso comprensivo de ellos.

En la dirección anterior, tal vez sea de utilidad tener en cuenta que los conceptos, los modelos y las teorías de la ciencia son representaciones mentales construidos por la comunidad científica para hacer una interpretación cada vez más cercana de la realidad.

## **7.2 Indagar. Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.**

La educación en ciencias busca promover una forma de trabajo propia de las ciencias naturales como un tipo particular de indagación en el que se parte de una pregunta pertinente y se establecen los elementos que deben ser considerados para resolverla (lo cual implica apoyarse en la información fáctica, en el conocimiento adquirido y en la capacidad de crear o imaginar estrategias de solución posibles). Una vez se ha logrado formular una pregunta relativamente precisa, se puede proceder a establecer un método de trabajo para resolverla.

El proceso de indagación en ciencias puede implicar, entre otras cosas, observar detenidamente la situación, plantear preguntas, buscar relaciones de causa-efecto, recurrir a los libros u otras fuentes de información, hacer predicciones, identificar variables, realizar mediciones y organizar y analizar resultados. La capacidad de buscar, recoger, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para responder una pregunta es central en el trabajo de las ciencias. En el aula de clase no se trata de que el alumno repita un protocolo recogido de una metodología o elaborado por el maestro, sino de que el estudiante plantee sus propias preguntas y diseñe –con la orientación del maestro– su propio procedimiento. Sólo de esta forma podrá “aprender a aprender”.

La competencia INDAGAR incluye la acción planeada, orientada a la búsqueda de información que ayude a establecer la validez de una respuesta preliminar. Esta acción puede tener distintos grados de elaboración. Por ejemplo, cuando un estudiante pregunta qué necesita

una semilla para germinar, se puede partir de las ideas que se tengan en el aula, entendiéndolas como explicaciones posibles, y después contrastar esas explicaciones con la observación directa; aquí no se diseña un experimento, pero sí se planea una búsqueda dirigida. También se puede guiar a los estudiantes en la planeación de un experimento sencillo en el que diferentes tipos de semillas, se ponen a germinar en diferentes condiciones, de modo que el niño o niña sea capaz de reconocer las circunstancias necesarias para la germinación de una semilla.

Pero no basta con la acción orientada a la consecución de datos; éstos deben estar organizados de manera tal que permitan una interpretación preliminar. No es lo mismo una lista de datos acerca de la presión arterial de una persona a diferentes horas del día, durante varios días, que una gráfica que permita identificar patrones o regularidades en estos datos. Las pruebas pone a disposición del estudiante gráficas o tablas de datos, como una forma de reconocer la capacidad de los estudiantes para interpretar representaciones y para reconocer correlaciones, regularidades y patrones.

La competencia Indagar es una competencia muy semejante a la primera de las cinco dimensiones, propuestas por Bybee, para el logro de una alfabetización científica, la cual enuncia de la siguiente manera: “Capacidad y apreciación para identificar cuestiones y conceptos científicos”: De la misma manera, la concepción de indagar expuesta en este documento es coincidente con el “Reconocimiento de cuestiones científicas” propuesto en las evaluaciones del programa PISA. (Fensham 2004 y Harlen 2002,).

Continuando con el análisis de las dimensiones propuestas por Bybee para la alfabetización científica y las competencias definidas para este marco teórico, a continuación se enuncian las otras cuatro competencias propuestas por Bybee:

“Toma de conciencia del diseño y desarrollo de indagaciones científicas”. “Formulación y revisión de explicaciones y modelos utilizando la lógica y las evidencias”.  
“Reconocimiento y análisis de modelos y explicaciones alternativas”  
“Comunicación y defensa de argumentos científicos”.

Como se puede deducir, la “toma de consciencia del diseño y desarrollo de indagaciones científicas”, implica la disposición, por parte del sujeto, de un conocimiento acerca del cual reflexionar para hacer consciencia del mismo y para relacionarlo con los procesos de indagación científica; en el fondo este enunciado subsume la concepción de indagación que se ha propuesto para esta competencia.

### **7.3 *Explicar. Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.***

La búsqueda de explicaciones constituye una parte fundamental de la actividad del ser humano y puede considerarse inherente al deseo de entender el mundo que lo rodea; en este sentido, Aristóteles señalaba que el deseo de saber hace parte de la naturaleza humana. Este deseo de saber se manifiesta, por lo general, en la formulación de preguntas; preguntarse es “ir en busca de una explicación”; las explicaciones se han construido desde que existen las preguntas.

La explicación en la vida cotidiana aparece de manera espontánea y laxa; consiste en la producción de razones sobre el por qué de un fenómeno, sobre sus causas y sobre las relaciones que guarda con otros fenómenos, desde distintos marcos de referencia. Hay explicaciones desde la religión, desde la magia, desde los mitos o desde las ciencias. Cada una de estas formas de explicación utiliza referentes propios de su concepción de mundo. Los

mitos, por ejemplo, son respuestas a preguntas que el ser humano se hace sobre el origen del mundo y sobre la razón de ser de los fenómenos que lo afectan.

En el caso particular de las ciencias, las explicaciones se construyen dentro del marco de sistemas como conceptos, principios, leyes, teorías y convenciones, que han sido propuestos y acogidos por la comunidad científica. En las ciencias las explicaciones de un mismo fenómeno cambian cuando los marcos conceptuales cambian.

En la escuela las explicaciones están enmarcadas en el contexto de una “ciencia escolar”<sup>12</sup> cuya complejidad debe ajustarse al grado de desarrollo de los estudiantes. La escuela debe orientar a los niños y a las niñas para que transformen sus explicaciones basadas en la experiencia cotidiana hacia niveles cada vez más cercanos a las explicaciones científicas. En otras palabras, la escuela es un escenario de transición desde las ideas previas de los alumnos hacia formas de comprensión más cercanas a las del conocimiento científico. La competencia explicativa fomenta en el estudiante una actitud crítica y analítica que le permite establecer la validez o coherencia de una afirmación o un argumento.

Es posible dar explicaciones de un mismo fenómeno utilizando representaciones conceptuales pertinentes de diferente grado de complejidad. Por ejemplo, podemos dar explicaciones más o menos complejas de un fenómeno como la disolución de la sal en el agua, empleando modelos distintos del átomo, desde el átomo como una simple unidad de materia hasta concebirlo como un sistema organizado compuesto de partículas diversas (electrones, protones, neutrones).

#### **7.4 Comunicar. Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.**

La comunicación forma parte de la naturaleza social del ser humano. Por eso mismo, la educación, entendida como un proceso complejo de socialización, es también un ejercicio permanente de comunicación. La comunicación en la escuela se ejerce de muy diversas formas, entre distintos interlocutores, empleando diversos medios y con una complejidad creciente a medida que avanza el proceso de escolarización.

Inicialmente la comunicación en la escuela se da principalmente sobre la base de la lengua materna, de un desarrollo del lenguaje oral y escrito. En el mundo social de la escuela, sobre la base de un mínimo dominio de la lengua, el estudiante aprende a diferenciar los interlocutores (compañeros, maestros, directivos) y los contextos de comunicación (el patio de recreo, la clase, la oficina del profesor o del director) y aprende a organizar las formas de comunicación (las palabras, el tono, en general el uso del lenguaje) según los interlocutores y el contexto. Aprende a escuchar, a entender distintos usos del lenguaje y a expresar de manera diversa sus puntos de vista. Este aprendizaje, muchas veces tácito, de las formas de comunicación en el microcosmos social de la escuela es parte esencial de la formación del alumno para la vida en sociedad y para el ejercicio de la ciudadanía.

A medida que avanza la escolarización, el alumno será introducido a formas más especializadas de lenguaje y de comunicación. La comunicación oral se puede desarrollar mediante ejercicios de exposición de diferentes temas y en diversas modalidades,

---

<sup>12</sup> La ciencia que se enseña en la escuela no tiene la misma amplitud y finalidad que la ciencia de las comunidades científicas; los conceptos que se manejan en la escuela no tienen la misma elaboración o complejidad que los que se manejan en la investigación; el lenguaje escolar de las ciencias es distinto de los lenguajes más abstractos que emplean los científicos. Por eso, podemos hablar de una ciencia escolar para diferenciarla de la ciencia de las comunidades científicas.

organizando foros, mesas redondas, congresos o ferias de la ciencia. En cada una de estas modalidades se debe insistir en la claridad y comprensión del tema, así como también en el orden de presentación de las ideas (que, además, ayudan a controlar el miedo a hablar en público). Conviene enfatizar que no es necesario aprender las cosas de memoria, sino planificar y generar distintas estrategias para hacer exitosa una presentación oral.

El desarrollo en la escuela de las capacidades de comunicación escrita de los estudiantes es fundamental. El texto escrito objetiva un pensamiento y lo expresa en una forma particular de tal manera que es posible examinarlo críticamente muchas veces y desde distintos puntos de vista; es posible examinar su coherencia como texto, su contenido, su forma gramatical, su corrección lingüística, su corrección ortográfica, etc. Además, es posible reescribir y enriquecer un trabajo escrito una y otra vez a lo largo del tiempo. La escritura es así una fuente muy rica de reflexión y de desarrollo intelectual. El texto escrito por un estudiante posibilita además el aprendizaje colectivo en el aula si se lee y se trabaja en grupo. De otra parte, cuando un estudiante lee un texto que ha escrito meses o años antes es posible que tome conciencia del proceso que ha seguido su desarrollo personal. El aprendizaje gradual de las ciencias va exigiendo progresivamente formas particulares de escritura. El alumno debe aprender paso a paso a consignar por escrito lo que observa, a describir procedimientos, a utilizar conceptos para analizar observaciones o experimentos, a organizar de diversas formas la información y a seguir en los escritos el orden que imponen las reglas de la indagación o de la inferencia en las ciencias.

Cada campo del saber explora un universo determinado de fenómenos que se constituyen en sus objetos de estudio. Para estudiar este universo, el campo desarrolla formas particulares de nombrar, de describir, de clasificar y de establecer relaciones entre esos objetos. Se generan así, para cada campo, representaciones particulares y se acuñan conceptos para trabajar en el marco de estas representaciones. Cada rama del saber desarrolla, además, formas propias de interpretar las evidencias, de argumentar y de plantear problemas y buscar respuestas. Así, las competencias generales básicas —interpretar, argumentar y proponer— que son competencias inherentes a toda comunicación, adquieren formas especializadas en el dominio de cada rama del saber. En el curso de su educación, el alumno es introducido gradualmente a estas formas de lenguaje y de comunicación que entrañan además ciertas normas de comportamiento y de rigor en el habla, por ejemplo, no distorsionar las evidencias, reconocer los errores y aprender de ellos, someter a la crítica colectiva las ideas propias, respetar y ser crítico frente a las ideas de los otros.

La escuela debería promover constantemente y en todos los grados de escolaridad ejercicios en los cuales un determinado conocimiento se elabora colectivamente a través de acciones de indagación sistemáticas, de discusiones y de escritura de textos. Estos procesos envuelven un uso más especializado del lenguaje y de la comunicación. En estos ejercicios de construcción colectiva el alumno va aprendiendo además a ser sensible a otros puntos de vista, a contrastarlos con los propios, a expresar sus propias ideas y, en general, a compartir con respeto sus conocimientos.

### **7.5 Trabajar en equipo. Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos.**

El trabajo en equipo requiere, de parte de los integrantes del grupo, capacidad para interactuar de manera productiva, asumiendo compromisos y respondiendo por ellos. El resultado de un trabajo en grupo debe ser una construcción colectiva de un producto o de un discurso sobre un tema objeto de estudio. Para lograr esta construcción es preciso saber argumentar las posiciones personales y valorar y aceptar los argumentos de otros cuando se reconoce en ellos pertinencia y validez.

El ejercicio de trabajar de manera colectiva le ofrece al estudiante la oportunidad de aprender a participar con libertad de expresión en una discusión, de desarrollar la capacidad de reconocer contextos y características individuales de los participantes y de reconocer, por tanto, que existen diferentes formas de ver y de abordar una situación y que cada uno de los miembros del grupo tiene cosas que decir y aportar al trabajo.

Trabajando con grupos pequeños, el docente facilita que cada uno de los integrantes sea reconocido en sus potencialidades. Es recomendable que los roles asignados en una distribución del trabajo (por ejemplo, director, moderador, relator y otros) no sean fijos, sino que se roten para permitir a cada estudiante fortalecer y proyectar potencialidades muchas veces desconocidas para él.

Además, el trabajo en grupo representa en el aula una oportunidad para que el estudiante aprenda una serie de hábitos sociales de gran importancia para la vida: el respeto a las opiniones de los demás, la aceptación de responsabilidades específicas y el cumplimiento cabal y oportuno de las mismas, el buen uso del lenguaje y la selección del momento apropiado y pertinente para intervenir en una reunión, el sentido de pertenencia e identidad con los valores y las normas establecidas por el grupo.

En la medida en que progresa en el trabajo grupal, el estudiante va aprendiendo la importancia que tiene el respeto a las normas previamente establecidas y aceptadas. El trabajo grupal continuo y orientado en la escuela es un escenario para fomentar aspectos de la personalidad de los estudiantes que trascienden los ámbitos más visibles del aprendizaje y son fundamentales en los procesos de socialización y formación para la convivencia ciudadana.

#### **7.6 Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento.**

Las ciencias se han presentado tradicionalmente en la enseñanza como un conjunto de conocimientos establecidos, sobre cuya dinámica de transformación raramente se discute (Duschl, 1995). Los estudiantes, por su parte, conciben su proceso de formación en ciencias como un proceso de aprendizaje de verdades que transmite el maestro o que enseña el texto. Pero estas imágenes no corresponden ni a la naturaleza abierta y cambiante del conocimiento, ni al proceso de construcción de conocimientos en que consiste un verdadero aprendizaje de las ciencias.

La historia de las ciencias muestra cómo se transforman los conceptos y se crean nuevas teorías y nuevas herramientas de análisis. La investigación en la enseñanza de las ciencias, por su parte, pone en evidencia que el aprendizaje de una ciencia implica un cambio conceptual: el reemplazo de unas explicaciones por otras, un cambio en el modo de relacionarse con los fenómenos y de explicarlos. La educación, entonces, debe propiciar un cambio de mirada sobre las ciencias que pase de verla sólo como conocimiento acumulado o terminado para reconocer las transformaciones que se dan también en el conocimiento científico y debe reconocer la importancia del cambio conceptual que viven los alumnos.

Es útil recordar las explicaciones que se daban a ciertos fenómenos antes de las explicaciones científicas. Qué se pensaba del movimiento, de los cambios en la sustancia o de las enfermedades en la edad media o en la antigüedad y qué se piensa ahora. Muchos programas de televisión muestran los cambios que han tenido las ideas sobre los fenómenos que estudian las ciencias; sería útil que se aprovecharan los programas de divulgación científica y que se emplearan materiales sobre la historia de las ciencias. Pero también pueden verse los cambios en las creencias de una generación a otra. Los abuelos tenían algunas ideas muy distintas de las que tenemos nosotros. No necesariamente estaban equivocados, pero no



miraban las cosas del mismo modo. Tampoco el mundo era el mismo cuando no había televisión ni aviones, ni computadores.

Si se hace memoria de lo que se sabía al comienzo del año y se compara con lo que se ha aprendido, es posible reconocer las transformaciones. ¿Conocíamos las partes internas de nuestro cuerpo antes de aprender sobre ellas? ¿Sabíamos la diferencia entre la mezcla y la combinación? ¿Podíamos entender el proceso de evolución de los seres vivos antes de estudiarlo? Hacer una retrospectiva desde un primer aprendizaje hasta el resultado final de un curso o, incluso, comparar lo que creíamos antes de discutir un tema con lo que sabemos después de la discusión nos permite ver cómo cambia nuestro conocimiento. Y tal vez nos ayude a comprender cómo se dio ese cambio. La reconstrucción consciente del proceso de aprendizaje (meta-aprendizaje) nos permite ver cómo cambiamos y cómo conocemos.

Podemos escoger distintas escalas de tiempo y hacer balances de lo que hemos aprendido en una semana o a lo largo de todo el año. Saber cómo conocemos (metacognición) y cómo aprendemos, nos ayuda, por otra parte a organizar mejor el trabajo escolar.

Esta conciencia del cambio no sólo nos sirve para mirar al pasado y reconocer las diferencias; entre pasado y presente, también nos sirve para mirar al futuro e imaginar futuros cambios y para imaginar que si llegamos a conocer lo suficiente tal vez alguna vez podremos descubrir algo nuevo nosotros mismos.

### **7.7 Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente.**

Las nuevas tendencias pedagógicas insisten mucho en las ventajas del trabajo en grupo. El proceso de construcción de conocimientos en que consiste el aprendizaje es más eficaz si se hace en grupo. Cuando los estudiantes discuten entre sí surgen opiniones distintas y muchas veces llegar a un acuerdo significa que se ha cambiado el punto de vista inicial. El maestro enseña cosas fundamentales, pero es posible que unos estudiantes enseñen a los otros cuando se propicia la discusión alrededor de un problema interesante (Désautels, Larochelle, 2003).

Cuando se discute y se argumenta para convencer a otro, y cuando se oye con atención lo que plantea el interlocutor, pueden surgir en la discusión ideas nuevas que ninguno de los que conversan había pensado previamente. Así funciona también el trabajo de equipo en la investigación en ciencias. Propiciar la discusión y el trabajo en equipo en el aula es una manera eficaz de desarrollar la disposición a aceptar la dimensión social del conocimiento.

Hoy en día son muy pocos los científicos que trabajan solos. Los científicos trabajan en equipos y realizan encuentros para intercambiar ideas y para exponer lo que han aprendido. También tienen revistas especializadas en donde publican sus resultados para que puedan ser empleados por otros. El Internet permite hacer encuentros virtuales entre científicos que trabajan en países distantes y en las universidades los científicos de una misma disciplina se reúnen en espacios en donde pueden conversar sobre sus trabajos. La ciencia es un trabajo de comunidades y no de personas aisladas. Las ciencias son un producto del trabajo de los científicos, un trabajo en donde muchas personas aprenden de otras todo el tiempo.

Pero además el conocimiento es importante porque es útil a la sociedad. Los científicos producen conocimientos que se aplican en la transformación de las máquinas que se emplean en las empresas y de los aparatos que se usan en la vida cotidiana. A través de la escuela y de los medios de comunicación, el conocimiento llega a muchas personas y les permite cambiar sus ideas sobre muchas cosas.



Es importante reconocer que hay distintas formas de emplear el saber científico. Aplicados en la lucha contra la enfermedad, los conocimientos han permitido a las personas vivir mucho más tiempo y con menos dolencias. Algunos trabajos se han hecho mucho más fáciles gracias a las técnicas nuevas y en otros se ha reemplazado el esfuerzo de muchos trabajadores por la acción de una máquina. El desarrollo de los conocimientos transforma la vida de las personas y de las sociedades. Inventos como el avión, el teléfono, la penicilina, o la energía atómica, han cambiado el mundo. Pero también se pueden aplicar los conocimientos para construir armas y/o para generar contaminación en el planeta. Por eso es necesario aprender a usar los conocimientos con cuidado y responsabilidad. Es importante que los estudiantes discutan sobre los efectos de algunas técnicas en la vida de las personas y en el ambiente. Es conveniente, como se plantea en los Estándares, que la ciencia no se considere sólo como un conjunto de verdades apartadas de nuestra vida, sino que se estudien las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

Algunas veces la aplicación de los conocimientos implica consecuencias negativas si no se emplean adecuadamente.

## 8. ALCANCES Y LIMITACIONES DE UNA EVALUACIÓN

Como se sabe, no todo lo que se aprende en la institución educativa puede ser evaluado en una evaluación externa; por lo general en estas evaluaciones se obtiene información sobre la competencia de los estudiantes a partir de la resolución de situaciones propuestas en una prueba. En este sentido, las evaluaciones externas arrojan información sobre el estado de desarrollo de un proceso educativo.

Como la mayoría de los conceptos, el de competencia adquiere distintos significados según el contexto en el cual se emplea la palabra. Para las pruebas SABER y ESTADO en ciencias naturales, la competencia ha sido definida como “*capacidad de saber actuar e interactuar en un contexto material y social*”; esta formulación se adecua parcialmente a la circunstancia de una prueba en la cual se trata de explorar ese saber actuar a través de los resultados de una evaluación.

Actualmente es claro para los docentes que la evaluación más importante es la que se realiza en forma permanente en la interacción profesor-alumno. Esa evaluación, sirve para saber qué se ha logrado y con quiénes se interactúa, está orientada a conocer y a reorientar el trabajo. A través de las actitudes y percibiendo los cambios, y no sólo a partir de los resultados de las pruebas, se hace continuamente el balance real de los logros de los estudiantes y del maestro. La evaluación que se realiza permanentemente es la que permite al docente reconocer a tiempo las dificultades, descubrir las carencias, reconstruir la comunicación perdida, reconocer preguntas que interesan a los alumnos y corregir sus propios errores y los de los estudiantes.

La evaluación “sumativa” que se realiza generalmente al final de una etapa del aprendizaje sólo considera lo que puede recogerse en las condiciones de la prueba. Una prueba escrita puede, por ejemplo, plantear situaciones que promuevan la argumentación y explorar de ese modo algunos aspectos del desarrollo moral; pero el docente sabe que el desarrollo moral se manifiesta en actitudes y elecciones muy diversas y no sólo en la capacidad de juzgar sobre situaciones de la vida y de argumentar las propias elecciones. En particular, los sentimientos morales (solidaridad, indignación, vergüenza, resentimiento) son muy difíciles de evaluar en una prueba en donde las reacciones posibles están mediadas por la lectura y por la circunstancia del examen. Tampoco es posible evaluar completamente en una prueba las actitudes y emociones en el campo de lo estético. La sensibilidad a las expresiones artísticas es de tal naturaleza que resulta difícil traducirla en palabras o explorarla mediante respuestas a

una prueba de selección múltiple. Se puede, eso sí, evaluar conocimientos sobre arte; pero conocer de arte es distinto a gozar estéticamente los productos de la cultura, aunque el conocimiento de la historia o de la teoría del arte amplía sin duda la sensibilidad. En una prueba escrita es posible hacer aproximaciones a algunos aspectos de lo ético y lo estético, pero quedan otros aspectos esenciales que escapan a esa forma de evaluación.

En el aula, en cambio, el maestro atento y comprometido con su tarea acompaña al alumno en muchas situaciones de la vida en las cuales reconoce las inquietudes y los talentos y puede hacerse una imagen más completa del desarrollo moral y de los cambios de la sensibilidad estética de sus estudiantes que ha logrado propiciar con su intervención. Quizás esta evaluación no cumple con las condiciones de racionalidad y objetividad que cumple la prueba que aplica el Estado porque el juicio que el maestro se hace depende mucho de su propia experiencia y de sus conocimientos, mientras que las pruebas masivas son el resultado de procesos de análisis y revisión permanente en donde interviene el acumulado histórico de las comunidades de expertos en evaluación en todo el mundo, por lo cual, la evaluación externa es un complemento fundamental que le brinda al docente otra mirada de la educación que se imparte en la institución.

La evaluación que se realiza en las pruebas Saber y en los exámenes de Estado es una evaluación masiva, de carácter escrito y se aplica en un determinado momento del aprendizaje. El docente puede utilizar las pruebas para convertir esta evaluación en una evaluación formativa. Puede discutir con sus alumnos lo que explícita e implícitamente se evalúa en cada pregunta: qué competencia o competencias específicas se examinan, cuáles competencias generales se requieren para responderla, qué formas de razonar o qué ideas pueden llevar a los estudiantes a responder cada opción de respuesta. La prueba puede ser así un valioso material de análisis y discusión sobre qué debe aprenderse, porqué es necesario aprender ciertas formas de interpretar los fenómenos y ciertas maneras de razonar y de trabajar y cuáles son las fuentes de error que nos llevan a responder de ciertos modos. La prueba puede ser un material esencial en la tarea de reconocer lo importante y de comprender por qué es importante. La prueba puede ser muy útil en la tarea de hacer visibles las ventajas y los problemas de los modos de enseñar y de aprender que estamos implementando.

Puesto que la vida escolar en su complejidad no puede ser reconocida en unas pruebas aplicadas en forma masiva, cada sociedad define unos mínimos comunes que orientan la tarea general de las instituciones educativas. Esos mínimos, en las distintas áreas del conocimiento, constituyen las referencias sobre las cuales se construyen los instrumentos que servirán para llevar a cabo la evaluación masiva.

SAYER

Ciencias Naturales

## 9. LAS PRUEBAS SABER

### 9.1 Alcances y límites de las pruebas SABER

Las pruebas SABER deben entenderse como un medio para lograr una apreciación sobre la calidad de la educación que se imparte en los planteles escolares. Son, por lo tanto, instrumentos de conocimiento de la situación de la educación en el país. En este sentido, el propósito más general de la evaluación es aportar datos y referentes para apoyar los desarrollos y logros de los docentes y de los estudiantes. Luego de una evaluación unos u otros vuelven, o deberían volver, una y otra vez sobre los procesos y los resultados para reorientar sus acciones y hacer proyecciones de mejoramiento. Como se ha sugerido antes, la interpretación de los resultados obtenidos a la luz de las condiciones particulares de las instituciones, le daría a la evaluación un carácter formativo y transformador, y no simplemente clasificatorio. Así, la evaluación debe incorporarse a la cultura escolar como un proceso continuo que retroalimenta el trabajo en el aula, por cuanto el propósito central de la evaluación no reside en la búsqueda y organización de datos, sino en la acción formativa posterior.

Es claro que una política de evaluación es un instrumento necesario para diseñar y adelantar políticas y planes de mejoramiento.

La escuela es hoy uno de los principales ámbitos de socialización y de apropiación cultural. Ella es en sí misma un microcosmos social regido por normas institucionales y por reglas de interacción y de convivencia. En ella el niño y la niña se encuentran, con frecuencia por primera vez, con lo que no le es familiar, con personas, jerarquías, formas de lenguaje y de comunicación que le son extrañas. Debe aprender a aceptar lo que inicialmente le es ajeno, a hablar, a convivir, a cooperar con otros, a regular sus comportamientos y a actuar según normas que sólo más tarde entenderá y aprenderá a valorar.

Además, a lo largo de su educación básica y media el estudiante debe desarrollar competencias<sup>13</sup> que le permitan conocer su entorno, actuar sobre él e integrarse culturalmente y como ciudadano responsable a su medio social. Las diferencias culturales que existen en el país exigen un balance delicado en la educación entre lo que es necesario saber para integrarse como actor en los entornos locales y los conocimientos universales de los cuales no puede prescindirse en el mundo de hoy. Las instituciones educativas deben ser respetuosas de la diversidad étnica y cultural y los programas educativos deben tomar en cuenta esta diversidad. Sin embargo, la extensión global de las innovaciones tecnológicas y su incidencia cada vez más grande en la vida cotidiana de las personas exigen una mínima comprensión de elementos fundamentales de las ciencias naturales así como un conocimiento de sus alcances y del tipo de problemas que pueden resolver. Por eso se hace necesario el desarrollo de competencias que le permitan al estudiante poner en juego conocimientos de las ciencias para comprender y contribuir a resolver problemas de su entorno.

Las observaciones anteriores bastan para indicar la complejidad inherente al mundo de la escuela y a la educación que en ella se genera. Como se ha señalado, una prueba externa y de aplicación puntual no puede por sí sola dar cuenta de la calidad de los procesos educativos multidimensionales que se desarrollan en el ámbito escolar. Sin embargo, las evaluaciones de este tipo suministran, a pesar de sus límites, indicaciones valiosas sobre el estado de la educación en ciertas áreas del conocimiento y en un determinado momento. Por

---

<sup>13</sup> Conviene recordar que la noción de competencia que se utiliza en la conceptualización de las pruebas SABER incluye la apropiación de conocimientos. Puede decirse que una competencia es la capacidad de poner en juego conocimientos para analizar y resolver situaciones. Véase el aparte sobre competencias en este documento.

esta razón, deben constituirse en un referente necesario para los procesos de discusión y de autoevaluación permanente que cada escuela realiza sobre sus diversas actividades con la participación de todos sus integrantes. Estos procesos de autoevaluación son un medio indispensable para conocer cuáles son los aciertos y los puntos débiles, muchos de los cuales solo se detectan con una evaluación externa, y cuáles las acciones que deben emprenderse para mejorar.

¿Cuáles son entonces los límites y los alcances de la prueba SABER en el área de ciencias? Las pruebas SABER se sitúan por ahora en el dominio de los conocimientos universales<sup>14</sup>. Tratan de establecer y diferenciar las varias competencias de los estudiantes para poner en juego conocimientos básicos de las ciencias naturales en la comprensión y resolución de situaciones problema. Las pruebas intentan, además, evaluar la comprensión que los estudiantes tienen sobre las particularidades y los alcances del conocimiento científico y la capacidad que poseen para diferenciar este conocimiento de otros saberes. Se espera que en el futuro la prueba permita percibir las actitudes de los estudiantes frente al conocimiento y a la ciencia.

Evaluar es hacer visible lo que se ha hecho con el propósito de examinarlo críticamente y propiciar transformaciones. En esta perspectiva debe entenderse la prueba SABER como una evaluación cuyo valor es esencialmente formativo en la medida en que les permite, tanto a las instituciones del Estado, como a los planteles educativos, a los docentes y a las familias, hacerse a una idea clara y objetiva, contrastable periódicamente, sobre la distribución de los logros de los estudiantes en distintas competencias en ciencias naturales. La periodicidad y la comparabilidad de las pruebas son fundamentales porque permiten apreciar los cambios cualitativos en la educación y los efectos de las políticas de mejoramiento de la misma.

Se debe reconocer que la evaluación modula el currículo; no lo reemplaza, ni constituye un currículo paralelo, sino que expresa un sistema de jerarquías y énfasis que dan forma especial al contenido de la enseñanza. Los temas evaluados se vuelven más importantes y los tipos de producción exigidos en las pruebas más relevantes<sup>15</sup>. Por ello, los resultados de las evaluaciones externas tienen implicaciones en el trabajo de aula y en ese sentido promueven reorientaciones y ajustes a los procesos curriculares.

La prueba SABER se diferencia de los exámenes de Estado en que éstos tienen entre sus propósitos el de “medir”, en una forma mucho más disciplinar e individual, los conocimientos y las competencias requeridas para acceder a la educación superior y en este sentido son referentes esenciales para las acciones de mejoramiento de la educación media. Las pruebas SABER, en cambio, buscan hacer visible un estado de cosas en una institución; pueden entenderse como un sistema que permite obtener un conocimiento del estado de la educación, ciertamente parcial, relativo y controvertible, que, sin embargo, sirve de base para el diseño y la puesta en práctica de planes de mejoramiento de la educación básica. Decimos que el conocimiento que suministran las pruebas sobre el estado de la educación es *parcial* porque sólo se refiere a las competencias relacionadas con conocimientos universales y porque no explora la totalidad de los conocimientos y competencias escolares en el área, es *relativa* porque no pretende dar una medida absoluta de conocimiento; es más bien, una base para caracterizar las regiones, los departamentos, los municipios y los planteles educativos, y es *controvertible* porque siempre es perfectible y porque obedece a un punto de vista y a una política que siempre puede cuestionarse.

---

<sup>14</sup> Cuando decimos “por ahora” queremos indicar que sería posible que las regiones generaran pruebas adicionales para tomar en cuenta situaciones o problemas locales y, además de los conocimientos de las ciencias, ciertos saberes de experiencia que se desarrollan en las localidades.

<sup>15</sup> A. Atorrés, “Recomendaciones para el uso de información en evaluación” FLACSO, UBA, Argentina 2005.

## 9.2 Utilidad de la prueba SABER para los distintos actores de la comunidad educativa

Las pruebas SABER, y también los exámenes de Estado, forman parte de políticas generales de evaluación que buscan configurar el mapa educativo del país. Este mapa puede ser un referente periódico importante para el análisis de los cambios de la educación básica en el país desde puntos de vista diferentes: regional, social, cultural etc. Enmarcados dentro de esta gran finalidad es posible enumerar puntualmente la posible utilidad de las pruebas para diferentes actores del proceso educativo.

- Aunque las pruebas SABER no discriminan resultados individuales en el nivel de los *estudiantes*, su análisis en el aula permite que éstos pueden aprovecharlas de distintas maneras: para conocer diversos tipos de competencias que puede ser importante desarrollar, para reflexionar sobre sus aciertos y sus dificultades al responder la prueba, para reflexionar sobre el espectro de los resultados del colegio en distintas áreas y en diversas competencias y para comparar la distribución de aciertos del colegio con la de otros planteles educativos.
- A los *docentes* las pruebas les pueden ser muy útiles como herramientas pedagógicas en el aula de clase. Las preguntas de las pruebas pueden suministrar claves útiles sobre las competencias que deben desarrollar los estudiantes. Además su discusión en clase puede ser un buen ejercicio pedagógico sobre la puesta en juego de los conocimientos científicos para abordar problemas con cierto grado de complejidad. Las pruebas pueden también darle claves al docente para orientar el currículo y las formas de enseñanza.
- A los rectores de las instituciones educativas las pruebas les suministran indicadores de la calidad de la educación ofrecida y puntos de comparación con otros planteles. Esta información puede suministrar guías para el mejoramiento institucional.
- A los *padres de familia* les permiten tener indicadores sobre el énfasis y la orientación de la educación que reciben sus hijos y les ofrecen herramientas para analizar y argumentar en las instituciones educativas la manera de potenciar las capacidades e intereses de éstos.
- A las *autoridades educativas* nacionales y a las *comunidades educativas* los resultados de las pruebas deben servirles para reorientar el currículo, el plan de estudios y los métodos de enseñanza y de evaluación. Esto es posible en la medida en que el Ministerio de Educación Nacional (MEN), las Secretarías de Educación (SED) y los equipos directivos de las comunidades educativas generen espacios de reflexión acerca de la información obtenida en las pruebas. De hecho, el buen aprovechamiento de los datos sólo está garantizado si la tarea de interpretación y el diseño de medidas al respecto se aborda de manera prioritaria en las instituciones educativas. Es indispensable que la interpretación de los resultados lleve a la formulación de decisiones pedagógicas concretas que permitan mejorar la calidad de la educación.
- A las *Facultades de Educación* y a las *Escuelas Normales Superiores* de todo el país las pruebas les suministran información útil para reorientar sus programas de formación inicial y de actualización permanente del profesorado.
- A los *investigadores de la educación* en el país las políticas de evaluación, las pruebas mismas y sus resultados les aportan material de análisis importante.

### 9.3 Objetivos de las pruebas SABER

Objetivo general:

*Proporcionar un insumo fundamental para el mejoramiento de la calidad de la educación en el país.*

Objetivos específicos:

- Fortalecer la cultura de la evaluación en el país como elemento esencial para mejorar la calidad de la educación.
- Identificar el estado de desarrollo de algunos rasgos importantes del proceso educativo en los Entes Territoriales del país, en relación con los fines de la educación consignados en la legislación colombiana.
- Establecer las competencias que deben reforzarse en el proceso educativo con el fin de propiciar apoyos a los docentes en sus prácticas pedagógicas.
- Proporcionar información importante a las instituciones educativas, a las secretarías de educación, a las facultades de educación, a las escuelas normales, al MEN, a la comunidad educativa y a las asociaciones de docentes para realizar las transformaciones educativas que sean necesarias.
- Servir de insumo a las instituciones y a los docentes para examinar problemas en la apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes y para trabajar sobre esas dificultades.

## 10. ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LA PRUEBA

El trabajo en ciencias naturales puede caracterizarse como un esfuerzo sistemático por contestar preguntas y por resolver problemas relacionados con la comprensión de los fenómenos de la naturaleza. La comprensión de estos fenómenos abre la posibilidad para actuar sobre ellos, para controlarlos y usarlos en beneficio de la sociedad. La validez de las preguntas y de los problemas está determinada por los lenguajes y los métodos de trabajo propios de las distintas ciencias. La formulación de los problemas y de las preguntas es crucial; podría decirse que un problema bien planteado está ya en el camino seguro de su solución. El principio del conocimiento es la búsqueda de una explicación, (Aristóteles, *Metafísica*, Libro 1), o como lo afirma más recientemente Bachelard, (Bachelard, 1948) todo conocimiento es la respuesta a una pregunta. Las tradiciones de trabajo de una disciplina (los conocimientos y pautas de acción acumulados en ella) aportan los caminos y las herramientas para dar explicación a los fenómenos que esa disciplina estudia o para formular correctamente las preguntas orientadas a buscar las explicaciones.

La investigación en educación en el campo de las ciencias naturales ha reconocido esta condición fundamental del trabajo en ciencias y promueve el aprendizaje a partir de problemas. Distintas propuestas pedagógicas que incorporan los resultados de la investigación reconocen que el aprendizaje de las ciencias debe realizarse alrededor del planteamiento, discusión y resolución de problemas. Entre estas propuestas pedagógicas vale la pena destacar el aprendizaje significativo (Ausubel, 1978, 1989; Luffiego, 2001; Pozo et al, 1998) , según el cual cada sujeto construye su propio conocimiento mediante el

establecimiento voluntario de relaciones entre los conocimientos nuevos y los conocimientos que ya posee.

La palabra “problema” exige, como todas las que se usan en la caracterización de las ciencias, una explicación de su significado. En sentido estricto, un problema exige una formulación adecuada a los conceptos y a las condiciones de aplicación de una teoría. En este sentido, un problema estará bien formulado cuando el significado de los términos en los que se plantea está claramente definido y cuando se inscribe en un sistema de explicación que ha elaborado unas pautas de trabajo (método) y unos criterios y condiciones de validez de los resultados. La formulación del problema en ciencias es entonces un momento posterior a la definición del campo conceptual y a la apropiación de las correspondientes herramientas y orientaciones metodológicas. Es lo que ocurre en el campo de la investigación en ciencias naturales pero no todo problema está sometido a exigencias tan rigurosas. En todo caso, un buen problema es garantía de un trabajo continuo y de integración de intereses y de esfuerzos. Una pregunta de los estudiantes es ya un problema en la medida en la cual sea la manifestación de una tensión creada por el deseo de saber y que busca solucionarse a través de una explicación. Lo que podría llamarse el “espíritu científico” es precisamente la disposición a hacerse preguntas y a buscar y encontrar explicaciones en la forma racional y sistemática en que lo hacen las ciencias (los científicos). Una buena pregunta puede echar a andar un largo proceso de construcción de conocimientos.

La experiencia cotidiana de los niños y niñas se transforma cuando se convierte en una fuente de preguntas. A partir de las preguntas y de la discusión sobre ellas se cambia la mirada sobre las cosas. Ni el sol, ni la lluvia, ni la luz, ni las características de las estructuras o los comportamientos de los seres vivos son lo mismo cuando se los examina desde una pregunta. Las preguntas llenan de un nuevo contenido la información percibida a través de los sentidos y enriquecen la experiencia. La mirada es más atenta y más cuidadosa cuando se mira para responder una pregunta.

Por estas razones en la educación es más importante la pregunta y el camino de indagación que conduce a una respuesta sustentable que la respuesta misma. Los “errores” que se cometen en el camino deben ser pensados como oportunidades de reflexión y de ampliación de la mirada. En este sentido el trabajo sobre las pruebas SABER, en el contexto del aula, representa una oportunidad de reflexión, para estudiantes y docentes, sobre cada una de las alternativas de respuesta y las posibles estrategias que unos y otros emplean para llegar a su solución. Cabe recordar que los alumnos empiezan a estudiar con un gran número de preconcepciones basadas en sus experiencias cotidianas. Esas ideas deben incluirse en el proceso educativo para transformarlas, ampliarlas y profundizarlas, promoviendo de esta manera cambios conceptuales y actitudinales (Luffiego, 2001; Pozo et al, 1998). Para lograrlo, al cuestionamiento debe seguir una acción orientada a ver los fenómenos desde nuevas perspectivas, que pueden ampliarse a través del desarrollo de las competencias específicas en ciencias.

### **10.1 Competencias Generales y Competencias Específicas**

Las competencias generales definidas por el ICFES (interpretativa, argumentativa y propositiva) son inherentes a la experiencia humana, al lenguaje y a la comunicación. Incluso en los actos de comunicación más elementales de la vida cotidiana ponemos en juego, con distintos énfasis pero de manera interrelacionada, nuestras capacidades para interpretar los signos, los gestos o las palabras, dar razones o construir explicaciones, proponer acciones y elaborar significados.

Los estándares generales definidos por el Ministerio de Educación expresan los conocimientos básicos comunes de la formación en un contexto multicultural y pluriétnico en



el que se pretende sentar las bases para la unidad nacional respetando las diferencias. Al evaluar las competencias específicas en ciencias naturales se reconocen los distintos niveles de desarrollo de las competencias y del conocimiento que proponen los estándares, y que pueden ser alcanzados por los estudiantes, según el grado escolar. La prueba explora, consecuentemente, unos niveles de realización de las competencias específicas que es posible alcanzar sobre la base del desarrollo de las competencias generales.

Las competencias específicas, como las generales, pueden tener grados de desarrollo diferentes según los distintos niveles de desarrollo intelectual de los estudiantes y según otros factores de índole socio-económico y cultural, pero también pueden tener pesos distintos en los diferentes proyectos educativos institucionales, PEI. Estos grados de desarrollo también pueden ser distintos por efecto de las diferencias entre estrategias pedagógicas de cada docente o institución y varían de un estudiante a otro.

Las siete competencias específicas definidas para el área de ciencias naturales son desarrolladas en el aula y sólo tres de ellas, para las cuales se han elaborado instrumentos de medición, son evaluadas en la prueba SABER.

Los aspectos de las competencias específicas que serán evaluados en la prueba son:

1. **Identificar.** Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos y representaciones (entendemos por representaciones las nociones, los conceptos, las teorías, los modelos y, en general, las imágenes que nos formamos de los fenómenos) a partir del conocimiento adquirido.

Esta competencia se desarrolla, como las demás, a lo largo de la vida escolar. El niño y la niña comienza diferenciando los objetos y los fenómenos según categorías básicas, desde la cotidianidad. Más tarde, la escuela introduce formas de diferenciación de objetos y fenómenos según categorías o criterios más elaborados. La apropiación de las categorías de las ciencias permite avanzar en la diferenciación y el reconocimiento de fenómenos. Las nuevas formas de reconocimiento y de diferenciación transforman la mirada y pueden convertirse en una fuente de preguntas y problemas. Aprendemos a ver el mundo que nos rodea en la medida en la cual avanzamos en el proceso de distinguir y agrupar las cosas, y de reconocer fenómenos y vínculos entre ellos. En este proceso, el lenguaje es fundamental.

Las preguntas de la prueba SABER relacionadas con esta competencia buscan que el estudiante relacione conceptos y conocimientos adquiridos, con fenómenos que se observan con frecuencia, de manera que pase de la simple repetición de los conceptos a un uso comprensivo de ellos. Involucran el reconocimiento, la diferenciación, la comparación a partir del establecimiento de relaciones entre nociones, conceptos y elementos propios de la disciplina. Tienen que ver con la capacidad para, por ejemplo, clasificar organismos o materiales de acuerdo con sus propiedades, características, funcionamiento y usos, u otras categorías, finas y gruesas que permitan una agrupación; reconocer la estructura que le permite a un organismo particular vivir en un ambiente determinado; asociar elementos comunes, que determinen una particularidad, a un grupo de organismos o materiales.

2. **Indagar.** Capacidad para seleccionar, organizar e interpretar información relevante y para diseñar y elegir procedimientos adecuados con el fin de dar respuesta a una pregunta.

La educación en ciencias busca promover una forma de trabajo propia de las ciencias como un tipo particular de indagación en el que se parte de una pregunta pertinente y se establecen los elementos que deben ser considerados para resolverla (lo cual implica apoyarse en la información fáctica, en el conocimiento adquirido y en la capacidad de crear o imaginar

estrategias de solución posibles). Una vez se ha logrado formular una pregunta relativamente precisa, se puede proceder a establecer un método de trabajo para resolverla. Incluye, además, la acción planeada, orientada a la búsqueda de información que ayude a establecer la validez de una respuesta preliminar y la planeación de un experimento sencillo, entre otros.

Para la evaluación de la competencia Indagar en la prueba se han incluido ítems relacionados con la capacidad para el planteamiento de nuevas preguntas, la búsqueda y establecimiento de relaciones de causa-efecto, la consulta en los libros u otras fuentes de información, la capacidad para hacer predicciones, identificar variables, seleccionar experimentos adecuados y organizar y analizar resultados. La prueba presenta gráficas y tablas de datos como una forma de reconocer la capacidad de los estudiantes para interpretar representaciones y para reconocer correlaciones, regularidades y patrones.

**3. Explicar.** Capacidad para seleccionar y comprender argumentos y representaciones adecuados para dar razón de fenómenos.

La búsqueda de explicaciones constituye una parte fundamental de la actividad del ser humano y puede considerarse inherente al deseo de entender el mundo que lo rodea. En la escuela las explicaciones están enmarcadas en el contexto de una “ciencia escolar”<sup>16</sup> cuya complejidad debe ajustarse al grado de desarrollo de los estudiantes. La escuela debe orientar a los niños y a las niñas para que amplíen sus interpretaciones de los fenómenos que ocurren en su entorno, basadas en la experiencia cotidiana, y las enriquezcan con los conocimientos aprendidos para construir explicaciones cada vez más cercanas a las explicaciones científicas. La competencia explicativa fomenta en el estudiante una actitud analítica que le posibilite establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento.

Para evaluar esta competencia en la prueba se han incluido preguntas en las cuales el estudiante debe seleccionar la explicación más adecuada para dar razón de un problema o de una situación particular, deducir la validez de un argumento a partir de los referentes conceptuales que posee, o que se presentan en el enunciado, o a partir de la búsqueda de relaciones y conexiones entre fenómenos y conceptos.

Dada la existencia de distintos grados de desarrollo de las competencias, en la prueba SABER se reconocen tres niveles de desarrollo de las competencias: B, C y D para grado quinto, y C, D y E para grado noveno.

## **10.2 Niveles de Competencia**

El nivel de competencia es el grado de complejidad y abstracción de los procesos que el niño y la niña debe realizar en el momento de dar respuesta a una determinada pregunta. Las preguntas consideradas por la prueba tienen en cuenta los lineamientos curriculares y los estándares en ciencias, y rastrean 3 niveles de competencia.

Estos niveles se constituyen en puntos de referencia para la construcción de las preguntas, para la descripción del progreso de los estudiantes, para fijar algunas metas de la enseñanza de las ciencias y para orientar las actividades de los docentes en el aula. Estos niveles señalan el desarrollo de las competencias en un determinado grado de escolaridad, en relación con los entornos físico, vivo y de ciencia tecnología y sociedad. Quien elabora una pregunta entonces debe partir de estas definiciones para adecuar tanto el enunciado de la pregunta como la competencia a la cual hace referencia a dichas características. Una vez

---

<sup>16</sup> Ciencia escolar: en la escuela la ciencia que se enseña no tiene la misma amplitud y finalidad que la ciencia de las comunidades científicas; los conceptos que se manejan en la escuela no tiene la misma complejidad. Por eso, podemos hablar de una ciencia escolar para diferenciarla de la ciencia de las comunidades científicas.

aplicada la prueba los resultados son susceptibles de análisis desde diferentes ángulos, incluyendo las formas estadísticas de procesamiento e interpretación de datos.

Las competencias y los niveles de desarrollo de las mismas serán tenidos en cuenta para la discusión sobre las metas de la educación en ciencias a corto y mediano plazo. Con estos horizontes, las instituciones pueden generar estrategias didácticas para proceder en el aula con sus docentes.

A partir de la reflexión sobre las competencias y los niveles, y sobre los resultados de la prueba, cada docente al interior de su clase, puede planificar su trabajo y atender de manera más eficiente las necesidades de algunos de sus alumnos o de grupos de ellos. Adicionalmente, los niveles de competencia y, en general, la estructura de la prueba son también insumos importantes para el análisis y construcción de otras evaluaciones.

En la prueba SABER se definen 3 niveles de competencia: B, C y D en quinto grado y C, D y E en noveno. Los estudiantes que por diversas circunstancias, no controladas por la prueba, no se ubican en ninguno de los niveles antes propuestos, se ubican en el nivel A.

El nivel más básico establecido por la prueba (B para quinto y C para noveno) da razón de lo más particular y concreto: la percepción diferenciada de fenómenos en la experiencia cotidiana. Para el nivel intermedio (C para quinto y D para noveno) la percepción se afina gradualmente, la diferenciación se hace cada vez más elaborada y se establecen nuevas y más generales relaciones entre los contenidos de la percepción; y para el nivel más alto (D en quinto y E en noveno) el estudiante logra ordenar y comprender los fenómenos desde conceptualizaciones universales y teorías que implican un grado mayor de abstracción y conocimiento.

### 10.2.1 Grado 5º

**Nivel B:** El estudiante ubicado en este nivel reconoce y diferencia fenómenos del entorno cotidiano e identifica relaciones sencillas<sup>17</sup> entre los fenómenos a partir de la experiencia cotidiana y del sentido común. Interpreta información explícita contenida en textos, tablas y gráficas para la comprensión cualitativa de los fenómenos. En este nivel logra construir explicaciones sencillas y coherentes sobre los fenómenos del entorno vivo, físico y de ciencia, tecnología y sociedad, utilizando lenguaje no especializado.

**Nivel C:** El estudiante que se ubica en este nivel reconoce y diferencia los fenómenos del entorno cotidiano a partir de nociones o categorías, como por ejemplo metales y no metales, vivo y no vivo, lugar y tiempo, que le permiten discriminar aspectos cualitativos y cuantitativos. Hace uso comprensivo de su conocimiento cotidiano y escolar para solucionar problemas del entorno vivo, del entorno físico y para reconocer la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Utiliza la información que proporcionan los textos, tablas y gráficas para establecer relaciones sencillas entre dos fenómenos o dos variables. Identifica o reconoce las características y condiciones que los determinan y establece semejanzas y diferencias entre ellos.

Construye explicaciones sencillas basándose en nociones o categorías que le permiten dar cuenta de fenómenos cotidianos utilizando un lenguaje más amplio.

---

<sup>17</sup> El término "sencillo" en el texto hace referencia al uso de pocas variables y nociones en la explicación o descripción de un fenómeno. Así mismo, el término "complejo" hace referencia al uso de múltiples variables y relaciones entre ellas, o al empleo de un mayor número de nociones para explicarlo o describirlo.

**Nivel D:** El estudiante que alcanza este nivel reconoce, diferencia y analiza los fenómenos del entorno cotidiano empleando nociones y categorías que involucren teorías y conceptos en el nivel más elemental de la ciencia, propios del quinto grado escolar. Muestra así un mayor desarrollo de su capacidad de abstracción y de generalización.

Utiliza un lenguaje más especializado dentro del campo de las ciencias para dar cuenta de los fenómenos naturales que lo circundan y de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad. Usa adecuadamente la información que proporcionan las distintas fuentes bibliográficas y la que ha obtenido en sus prácticas de aula para establecer relaciones y hacer inferencias sobre un fenómeno, atendiendo a criterios de causalidad y regularidad.

## 10.2.2 Grado 9º

**Nivel C:** El estudiante que alcanza este nivel reconoce y diferencia los fenómenos del entorno cotidiano a partir de nociones o categorías que le permiten discriminar aspectos cualitativos y cuantitativos de estos eventos. Hace uso comprensivo de su conocimiento cotidiano y escolar para la solución de problemas del Entorno Vivo, del Entorno Físico y reconoce la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Utiliza la información que proporcionan los textos, tablas y gráficos y la que ha obtenido a partir de su práctica de aula para establecer relaciones sencillas entre dos fenómenos o variables atendiendo a criterios de causalidad.

En este nivel logra construir explicaciones basándose en nociones o categorías que le permiten reconocer fenómenos cotidianos.

**Nivel D:** El estudiante que alcanza este nivel reconoce, diferencia y analiza los fenómenos de la naturaleza empleando categorías y conceptos. En consecuencia, maneja un lenguaje más elaborado de los fenómenos naturales y sociales.

Utiliza la información que proporcionan los textos, tablas, gráficos y la que ha obtenido en sus prácticas de aula para establecer relaciones entre fenómenos o variables atendiendo a principios de causalidad, a criterios de inclusión o exclusión y de correlación.

En este nivel logra construir explicaciones empleando nociones o conceptos que permiten caracterizar los fenómenos naturales.

**Nivel E:** El estudiante que alcanza este nivel reconoce, interpreta, analiza y hace inferencias de los fenómenos de la naturaleza basándose en conceptos y teorías. En consecuencia, maneja un lenguaje más elaborado de los fenómenos naturales y sociales.

Utiliza la información que proporcionan textos, tablas y gráficos, selecciona métodos adecuados y usa conceptos y teorías para la resolución de problemas. En este nivel construye explicaciones basándose en conceptos y teorías que permiten dar razón de una situación problema o de un fenómeno natural.

## 10.3 Los Componentes

Un componente es un elemento integrador de un sistema de representaciones que emerge ante la limitación del ser humano para abordar el estudio de la naturaleza en forma global. En el contexto de la prueba SABER en el área de las ciencias naturales, los sistemas de

representaciones a que hacen relación los componentes se enmarcan en las construcciones humanas de conceptos, principios, leyes y teorías, a partir de las cuáles se investiga, interpreta y da explicación acerca de los fenómenos que ocurren en el mundo natural.

La comprensión de las ciencias naturales en el contexto de la vida cotidiana se va adquiriendo gradualmente a través de las experiencias que responden a la curiosidad propia de los niños y las niñas y en la medida en que el estudiante conoce el lenguaje y principios de la ciencia. La estructura de la prueba, entonces, propone preguntas alrededor de situaciones de la vida diaria para estimular la costumbre de observar el medio y las situaciones cotidianas y de preguntar por los fenómenos desde la perspectiva de las ciencias naturales.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta los estándares básicos de competencias, se proponen tres componentes denominados Entorno Vivo, Entorno Físico y, Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

### **10.3.1 Entorno Vivo**

Durante muchos años el ser humano especuló sobre la estructura básica de plantas y animales. Una vez fueron desarrolladas herramientas ópticas adecuadas, fue posible proponer la teoría celular que en forma satisfactoria explicó cómo estaban organizados los seres vivos. Más tarde se descubrieron los cromosomas y se entendió la función que cumplen en la división celular y en la herencia. Con el desarrollo de tecnologías avanzadas y la construcción de aparatos sofisticados como el microscopio electrónico y la ultracentrifugadora, así como también con la evolución de los conceptos y de los principios teóricos de otras ciencias y de la misma biología, el estudio de los sistemas vivos amplió su horizonte a los aspectos subcelulares y moleculares de los organismos.

El desarrollo de los conocimientos de la biología en el siglo XX, abrió dos nuevas perspectivas en el estudio de la vida: lo molecular y lo ecosistémico. El desarrollo de la biología celular incorporó nuevos temas y conceptos en el universo biológico como los genes, los virus y el ADN. El conocimiento de la estructura y dinámica subcelulares llevó a proponer nuevos modelos y aplicaciones de la biología que han generado profundas transformaciones y nuevos modos de relación del hombre con lo vivo. Actualmente estamos más o menos familiarizados con temas como el uso de las vacunas, los antibióticos, el transplante de órganos y los cultivos transgénicos. Lo que antes era ciencia ficción es ciencia en el siglo XXI.

El componente Entorno Vivo en la prueba aborda los temas relacionados con los seres vivos y sus interacciones. Se centra en el organismo para entender sus procesos internos y sus relaciones con los medios físico y biótico. Esta aproximación, aparentemente simple, envuelve una gran complejidad puesto que tanto la noción de ser vivo como el conocimiento de las interacciones que se establecen entre los organismos y la biosfera se han ido ampliando en la medida en que surgen nuevas visiones del mundo y nuevas tecnologías que ayudan a precisarlas.

En el componente Entorno Vivo se abordan los siguientes temas unificadores: estructura y función, homeóstasis, herencia y reproducción, ecología, evolución, diversidad y similaridad. La salud, entendida como el respeto y cuidado del cuerpo, hace parte de este componente y del componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

El conocimiento de los temas anteriores redundará en una vida más consciente en el nivel personal, social y global, y contribuirá a que los estudiantes asuman, individual y colectivamente, una mayor responsabilidad en la conservación y aprovechamiento racional de los recursos del planeta.

### 10.3.2 Entorno Físico

Entre las grandes preguntas que se ha formulado el hombre desde la antigüedad están las que se refieren al movimiento de los astros, el origen del universo y su propia procedencia. El hombre ha producido conocimiento acerca de la historia y la estructura del universo, de los procesos que ocurren en él y de las relaciones entre los fenómenos. El conocimiento y la comprensión de la estructura y de la dinámica del universo en la actualidad no son y tal vez nunca lleguen a ser completos pero se han hecho importantes avances en esta dirección. El amplio conocimiento que se tiene en este campo se extiende desde lo más grande hasta lo más pequeño; desde las enormes distancias que separan los cuerpos siderales hasta las mínimas partículas de naturaleza subatómica a partir de las cuales se explica la estructura corpuscular de la materia.

Así, el componente Entorno Físico se orienta, hasta donde ello es posible en el nivel de la formación básica, a la comprensión de los conceptos, principios y teorías a partir de los cuales el hombre describe y explica el mundo físico con el que interactúa. Dentro de este componente se estudia el universo -haciendo énfasis en el sistema solar y la Tierra como planeta- y la materia y sus propiedades, apropiando nociones o conceptos como energía, movimiento, fuerza, tiempo, espacio y alguna aproximación a las formas de medirlos. El componente Entorno Físico debe enfocarse de manera que promueva una actitud orientada al cuidado y conservación del planeta.

### 10.3.3 Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)<sup>18</sup>

La ciencia y la tecnología constituyen unas potentes fuerzas en la generación de cambios en la sociedad contemporánea. La tecnología que resulta de la aplicación práctica del conocimiento científico en la producción de bienes y servicios tiene efectos importantes en la sociedad y en el ambiente. El componente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) busca estimular en los jóvenes la independencia de criterio – basada en conocimientos y en evidencias– y un sentido de responsabilidad crítica hacia el modo como la ciencia y la tecnología pueden afectar sus vidas, las de sus comunidades y las del mundo en general. Desde este componente se busca un mayor acercamiento entre la ciencia y el mundo del estudiante, propiciando una mayor comprensión del significado social de los conocimientos científicos y el desarrollo tecnológico.

Otros objetivos del componente CTS son generar una reflexión sobre cómo los conocimientos y competencias en ciencias se aplican en situaciones de la cotidianidad en beneficio individual y colectivo; examinar la repercusión que tienen la ciencia y la tecnología en el medio y cómo contribuyen a su sostenibilidad, y desarrollar en el estudiante la capacidad para interpretar logros y problemas de los avances científicos y tecnológicos en términos de sus efectos materiales y sociales y de fuerzas sociales que los promueven y que buscan sostenerlos.

El componente CTS de la prueba explora si los estudiantes diferencian entre objetos diseñados por el hombre y aquellos que provienen de la naturaleza; si reconocen las herramientas y técnicas que ayudan a resolver problemas y contribuyen al bienestar de las personas; si identifican, analizan y explican situaciones o fenómenos en los que la ciencia y la tecnología han cambiado el curso de la vida de la gente, por ejemplo en el hogar, en la salud, en las comunicaciones y en el transporte. Así mismo, la prueba explora si los estudiantes reconocen las transformaciones que la ciencia y la tecnología han generado en el medio y en la sociedad.

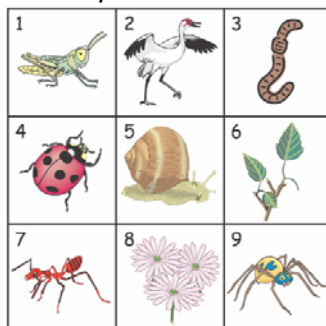
---

<sup>18</sup> Recientemente y dados los importantes problemas actuales sobre el medio ambiente que está teniendo la humanidad, la comunidad científica en didáctica de las ciencias ha comenzado a proponer que se incluya el ambiente de manera explícita en las relaciones CTS pasando a denominarse CTSA o STSE en inglés (Yore y Treagust, 2006; Gil, et al 2005.).

## EJEMPLOS DE PREGUNTAS

1.

*Manuel dibujó animales y plantas que le llamaron la atención.*



*De los seres vivos que dibujó Manuel, son herbívoros*

A. 9 y 2

B. 5 y 1

C. 8 y 6

D. 1 y 2

***Acción de pensamiento:*** Describo características de los seres vivos, establezco semejanzas y diferencias entre ellos y los clasifico. Clasifico seres vivos en diversos grupos taxonómicos.

Grado: **5º**

Componente: **Entorno Vivo**

Competencia: **Identificar**

Nivel: **C**

Clave: **B**

En el proceso de aprendizaje el estudiante aprende cómo algunos organismos comparten características, pero otros no, lo cual puede ser aprovechado pedagógicamente para agrupar a los organismos en conjuntos o categorías. Esto conduce a la clasificación, una herramienta valiosa cuando se utiliza apropiadamente en el aprendizaje porque, al clasificar el estudiante va estableciendo relaciones entre los objetos que agrupa y al formar subgrupos reconoce características compartidas al interior de cada uno.

Clasificar es un proceso difícil porque significa abstraer semejanzas y diferencias y, a partir de ellas, proponer relaciones entre los objetos (formas de organizar). En la historia de la ciencia han aparecido muchos sistemas de clasificación de los organismos, que se desecharon, modificaron o ajustaron a medida que se tuvo más comprensión de la naturaleza y se contó con herramientas más precisas. En este sentido, en la enseñanza primaria la clasificación tiene la utilidad de relacionar al estudiante con una forma de organizar el mundo para comprenderlo, pero siempre recordando que los niños pueden encontrar más de una forma de clasificar dependiendo del referente y que cada propuesta debe ser analizada. En las salidas pedagógicas, o en los alrededores del colegio, se pueden realizar actividades

cuyo propósito sea observar el entorno, para trabajar y afianzar algunos temas que resulta difícil trabajar dentro del aula. En el caso de esta pregunta se aprovecha la curiosidad del estudiante para establecer relaciones y asociaciones y luego clasificar algunos organismos como herbívoros.

Cada opción de respuesta propone un par de organismos. El estudiante debe analizar lo que come cada uno y decidir si puede generalizar o no. Aquí se aplican procesos de abstracción y síntesis que hacen parte de la formación en ciencias naturales.

En la opción A se señala a una araña y a una garza. Las arañas se incluyeron en este ítem porque son animales muy comunes y si bien no es objeto de la formación en primaria que los niños sepan qué come cada animal, si es parte de su propósito que el niño sea capaz de establecer asociaciones y hacer deducciones. En este caso, se sabe que las arañas elaboran telarañas con las cuales capturan animales. El niño debe usar el conocimiento de su vida diaria y relacionarlo con el concepto de herbívoro vs. carnívoro que ha aprendido en el aula. Si la araña caza animales es para comerlos, por lo tanto no es herbívora. Esta conclusión acerca de la alimentación de la araña, debería llevarlo a rechazar la opción A, así no conozca la alimentación del otro animal propuesto en el par. El propósito de esta opción de respuesta es mostrar que no es necesario saberlo todo, sino que a partir de razonamientos basados en experiencias, observaciones y conocimiento se puede aceptar o rechazar una generalización.

Al elegir la opción B, los estudiantes identifican correctamente que los grillos y los caracoles se alimentan de hierbas y por eso los ubican como herbívoros. Establecen una relación entre lo que comen y una categoría específica. Para elegir esta opción los niños pueden reflexionar sobre los caracoles y recordar que se comen las plantas. Muchos niños no necesariamente saben qué comen los insectos (que de hecho pueden tener dietas diversas) pero al pensar en los grillos saltando en el pasto es posible asociar que éste sea su fuente de alimento.

La opción C, tiene el propósito de establecer si los niños diferencian entre plantas y herbívoros. Al seleccionarla reconocen que los elementos mostrados en los cuadros 8 y 6 son partes de una planta, pero sólo asocian parcialmente herbívoros con plantas, dejando ver que aún no tienen claro que el concepto se relaciona con la clase de alimento que consume un animal. Es posible que los niños sepan qué es un herbívoro pero aún no hacen uso competente del lenguaje de las ciencias naturales pues lo confunden con hierba o planta. En este sentido, actividades como las salidas de campo o los documentales sobre animales pueden ser aprovechados por el docente para facilitar la comprensión de conceptos relacionados con la clasificación y vida de los animales.



En la opción D, el grillo y la garza fueron seleccionados como herbívoros, lo cual sugiere que al elegirla no se tendrían en cuenta algunas características del ave para relacionarlas con su tipo de alimentación. En muchas partes del país se puede observar que cuando llegan las garzas se paran con sus largas patas en los lagos o pantanos, y allí capturan peces y pequeños animales con su pico. Al elegir esta opción los niños relacionan los hábitos de muchas aves con una alimentación basada en hierbas o sus derivados. El docente puede aprovechar esta opción para que los niños investiguen qué comen los diferentes tipos de aves y relacionen algunas características del cuerpo de esos animales con sus hábitos y formas de alimentación.

2.

*En la orilla de la laguna Diana observa el siguiente letrero.*



*La unidad que debe estar escrita en el letrero es*

- A.  $m^3$
- B.  $m$
- C.  $m^2$
- D.  $cm$

**Acción de pensamiento:** Establezco relaciones entre magnitudes y unidades de medida apropiadas.

Grado: **5º**  
Componente: **Entorno Físico**  
Competencia: **Indagar**  
Nivel: **C**  
Clave: **B**

Esta pregunta se ubica en el nivel de competencia C, que hace referencia al reconocimiento y diferenciación de los fenómenos del entorno cotidiano a partir de nociones que permiten discriminar los aspectos cualitativos y cuantitativos de dichos eventos. La competencia evaluada es indagación, la cual tiene que ver con la interpretación y el análisis de información relevante, en el caso particular de la pregunta, para establecer la relación correcta entre la magnitud y la unidad de medida, dimensión, adecuada. Para responderla correctamente es necesario que el estudiante, a partir de la información suministrada en el letrero, establezca la relación entre la profundidad de la laguna y la unidad de longitud apropiada.

Al elegir la opción A como respuesta, es claro que la relación establecida es profundidad-volumen, puesto que la unidad de medida seleccionada está en tres dimensiones ( $m^3$ ). Es probable que la elección de esta opción de respuesta se deba a que los estudiantes relacionaron profundidad con cantidad de líquido, atributo conocido como volumen, medible en  $m^3$ . Así, se puede afirmar que al seleccionar esta opción se asocia la característica de profundidad con volumen y no con longitud.

Al seleccionar la opción D, si se elige una unidad de longitud no se tiene en cuenta lo expresado en el letrero: “Prohibido nadar laguna profunda...”, y la magnitud que se presenta en el mismo. ¿Por qué está prohibido nadar si la profundidad de la laguna tan sólo es de 3,50 cm? No hay una identificación de las proporciones de la unidad de medida requerida.

Teniendo en cuenta las condiciones de la pregunta, en la que el letrero advierte un posible peligro, zona profunda, si se analizan adecuadamente tanto la dimensión como las proporciones de las unidades de medida presentadas en cada una de las opciones de respuesta, las únicas opciones que se refieren a unidades de longitud son B y D, sin embargo, un metro es 100 veces mayor que un cm. Lo anterior permite afirmar que desde la observación cotidiana es imposible hablar de que una laguna de 3,50 cm de profundidad represente un peligro.

A la luz del análisis anterior y de acuerdo con lo propuesto en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, es necesario fortalecer el trabajo interdisciplinar, entre las ciencias y la matemática, orientado al estudio de temáticas relacionadas con los sistemas de medición y su aplicación, por ejemplo, en el establecimiento de las relaciones entre magnitudes y unidades de medida. Problemáticas como la presentada en la pregunta, proporcionan

un espacio en el que se vinculan, no sólo, situaciones cotidianas con las nociones, conceptos y procedimientos propios de las ciencias, sino también, hace posible su trabajo con otras áreas del conocimiento.

El docente de ciencias, junto con el de matemática, pueden dirigir actividades en el aula que involucren, desde la exploración perceptual de las cualidades que se van a medir hasta la toma de varias mediciones de una misma característica, pasando por la selección adecuada de los instrumentos de medida y la utilización de la medición para resolver problemas de longitud, área, temperatura y tiempo, entre otros.

### 3.

*La propagación de plantas por medio de cultivo de tejidos in vitro es un método de reproducción asexual en el cual, a partir de células de tejidos jóvenes de una planta se producen gran cantidad de plántulas. Las plántulas producidas por este método*

- A. heredan todas las características de la planta madre.*
- B. heredan la mitad de las características de la planta madre.*
- C. sólo heredan las características ventajosas de la planta madre.*
- D. no heredan ninguna característica de la planta madre.*

**Acción de pensamiento:** *Comparo mecanismos de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos.*

Grado: **9º**  
Componente: **Ciencia, tecnología y sociedad**  
Competencia: **Explicar**  
Nivel: **D**  
Clave: **A**

Esta pregunta evalúa la comprensión que el estudiante tiene acerca de las características de los descendientes obtenidos por un método de propagación asexual, como el cultivo de tejidos o la propagación por estacas, entre otros. La propagación de plantas empleando métodos de reproducción asexual tiene una serie de ventajas y desventajas que deben tenerse en cuenta al cultivar en pequeña o gran escala.

La pregunta se centra en la reproducción asexual o vegetativa, proceso reproductivo en el cual un organismo genera individuos nuevos por división celular. En este proceso no interviene la unión de dos gametos, no hay intercambio genético (como sucede con la reproducción sexual en la cual intervienen la meiosis y la fecundación) y, por tanto, los individuos producidos asexualmente son genéticamente idénticos a sus padres.

La opción de respuesta A plantea que al tomar células de una planta y multiplicarlas, en este caso en una condición de laboratorio, las características de las nuevas plantas serán iguales a las de la planta donante. La opción B tiene en cuenta aspectos de la reproducción sexual en la cual los progenitores aportan la mitad de la información genética; posiblemente consideran que al no haber unión sexual de dos gametos sólo se hereda la mitad de las características. Quienes la seleccionen no diferencian la reproducción asexual de la sexual, y consideran que como cada progenitor aporta la mitad del material genético, entonces una planta donante solo da la mitad de su información genética al nuevo individuo. Los interrogantes que deja esta opción son entonces ¿De donde se obtiene la otra mitad de la información?, ¿Puede un individuo vivir con la mitad de su información genética y por qué? Preguntas que podrán generar mucho interés en los estudiantes si se trabajan como discusión.

La opción C en la cual se introduce un preconcepto según el cual cuando se producen organismos en el laboratorio estos organismos siempre tienen las características deseadas, como por ejemplo ser resistentes a plagas, o ser más productivas. Aunque esto es cierto porque para el mejoramiento se seleccionan las plantas con las mejores características, también debe tenerse en cuenta que las plantas madres o donantes aportan todas sus características, incluso las que no son ventajosas.

Quienes seleccionen la opción D es probable que no empleen los conceptos de herencia al aceptar que las características de la planta donante no pasan a la descendencia. No se asocia la experiencia cotidiana, que muestra que los descendientes heredan características de los padres, con la herencia en las plantas que sigue principios similares. Esto último puede aprovecharse para trabajar en el aula la importancia de tener en cuenta hechos y observaciones de la vida diaria en la comprensión de algunos conceptos y en la resolución de problemas.

## **12. BIBLIOGRAFÍA**

ATORRÉSI, A. "Recomendaciones para el uso de información en evaluación" FLACSO, UBA, Argentina 2005.

AUSUBEL Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo México. Trillas 1978

AUSUBEL, DP., NOVACK, J.D., Y HANESIAN, H. Psicología educativa. México. Trillas 1989

BACHELARD, G. La formación del espíritu científico. 1948

Constitución Política de Colombia de 1991.

DÉSAUTELS, J. Y LAROCHELLE, M. Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana. Enseñanza de las ciencias, 2003, 21 (1), 3-20

DUSCHL, R. A. Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 1995, 13 (1), 3-14

Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales p.5  
Altablero No 30, p 4

GIL, D. MACEDO, B., MARTÍNEZ J, SIFREDO, P. VILCHES, A. ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. *Década de la educación para el desarrollo sostenible*. UNESCO, 2005, 475 p

HAWKINS, David The Informed Vision, Agathon Press, New York. (1974)

LEMKE, J.L.. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 5-12. (2006)

Ley general de Educación Ley 115 de 1994

Ley 715, 2001

LUFFIEGO., M. Reconstruyendo el constructivismo: Hacia un modelo evolucionista del aprendizaje de conceptos. *Enseñanza de las ciencias*, 2001, 19 (3), 377-392

Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Ministerio de Educación Nacional. 1998

MOCKUS, A., “La Misión de la Universidad” en Reforma Académica: Documentos, Universidad Nacional, Bogotá. (1995)

POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Morata. (1998)

Vasco, C. E. La Integración: Una metodología fundamental en la construcción comprensiva de los conocimientos. Cinep. Bogotá. (1998)

YORE, L.D. & TREAGUST, D. F. Current realities and future possibilities: Language and science literacy —empowering research and informing instruction. *International Journal of science education*, 2006,