

CIENCIAS NATURALES



AÑO 2019__

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL ÁREA

MUNICIPIO: Medellín

NÚCLEO: 926

ÁREA Y/O ASIGNATURAS: Ciencias Naturales y Educación Ambiental: Biología, Química y Física

NIVELES Y GRADOS: 1° - 11°

INTENSIDAD HORARIA: 4 horas de 6°-8° y 3 horas en los demás grados

DOCENTES: Irma Rocio Bedoya Rios, Yeny Merchán, Luisa Adriana Jimenez G, Ivón Blandón, Lucía Gallego, Mary Luz Ibarguen, Marta Lucía Gutiérrez, Marta Susana Zuluaga, Rosa Ramírez, Natalí Álvarez

VIGENCIA:

2. JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales busca formar una estudiante crítica, creativa, protagonista de su propio aprendizaje, donde el profesor sea un generador de valores, principios y actitudes en las estudiantes y un posibilitador de los ambientes necesarios para la formación del futuro ciudadano. Para lograr esto, la enseñanza de dicha área debe estar enmarcada dentro de diversas actividades que potencien la participación de la alumna, la involucren con su entorno y la motiven para la búsqueda a las respuestas de sus propios interrogantes.

El modelo pedagógico institucional plantea desde la pregunta orientadora, la cognición y la investigación, que el aprendizaje esté centrado en las necesidades e intereses de la estudiante, para esto, deben organizarse actividades formativas individuales y colectivas que incluyen la transversalización de las áreas a través de proyectos integradores,, que creen un ambiente de cordialidad en el aula, que favorezca el desarrollo humano integral y la adquisición y uso de las competencias del pensamiento científico, la actitud científica e investigativa y la bioética, a través de los contenidos de orden conceptual, procedimental y actitudinal, apoyados en la Ley General de Educación, los Lineamientos Curriculares, los Estándares del MEN y los Derechos básico de Aprendizaje.

El plan de área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental tiene como meta formar ciudadanas observadoras, analíticas, críticas, creativas, competentes, investigadoras, que sean parte activa de su formación integral, que contribuya con el desarrollo social y ético de su comunidad, mediante actividades que potencien su participación, la involucren con su entorno, con la preservación del medio ambiente y la motiven en la búsqueda de las respuestas a sus propios interrogantes.

La escuela es el espacio donde el hombre incursiona y se apropia de los elementos básicos de las ciencias y la cultura. Para ser posible la construcción científica, el maestro necesita una profunda formación tanto en el campo del saber científico como en el del saber propio de la enseñanza. En este contexto, el Ministerio de Educación Nacional entrega a los educadores y a las comunidades educativas del país una serie de lineamientos, leyes, decretos que constituyen el soporte legal que han de generar procesos de reflexión, análisis crítico y ajustes progresivos.

Los documentos oficiales del Ministerio que propenden por el desarrollo del área de ciencias naturales y educación ambiental son: La Ley General de Educación (Ley 115, artículo 5°, de 1994), que traza los fines de la educación colombiana los cuales se constituyen como el horizonte y marco orientador del sistema educativo del país. Los Lineamientos Curriculares que constituyen un punto de apoyo y de orientación general que invita a entender el currículo; los estándares básicos de competencias en ciencias naturales que son criterios claros sobre

lo que deben aprender los estudiantes y establecen puntos de referencia de lo que están en capacidad de saber, saber hacer y saber ser (Estándares Básicos de Competencias en Ciencias).

El marco de la educación ambiental en las instituciones educativas se define a través del decreto 1743-94, que busca atender uno de los fines de la educación en cuanto la adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y de la prevención del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación, esto se formaliza a través de la enseñanza de la educación ambiental en los niveles de educación formal. El Ministerio del Medio Ambiente establece los fundamentos de la Política Ambiental Colombiana para reordenar el sistema nacional ambiental, en ella se establece que las políticas para la población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza (Ley 99 artículo 3^a, 1993).

Además, la Institución Educativa se apoya del proceso de atención desde la Educación inclusiva donde se permite garantizar el derecho a la educación de calidad, a la igualdad de oportunidades y a la participación de todos los niños, jóvenes y adultos de una comunidad, sin ningún tipo de discriminación e independientemente de su origen o de su condición personal o social, teniendo en cuenta que todas las personas pueden aprender en un entorno que brinde experiencias de aprendizaje significativas, por ello, no se pretende separar grupos poblacionales, sino aplicar principios del diseño universal del aprendizaje con el fin de generar estrategias y recursos didácticos adaptados para los estudiantes con discapacidad y atendiendo la diversidad en general (Expedición currículo, orientaciones básicas, página 60)

3. MARCO TEÓRICO

La enseñanza de las ciencias naturales (biología, química y física) genera una relación real entre la cotidianidad del estudiante y el conocimiento científico, ya que la ciencia está latente en cada uno de nuestros actos; ciencia e individuo son una conjunción, una unidad integrada cuyas partes deben ser descubiertas, analizadas, entendidas, interpretadas, sintetizadas y reevaluadas por cada individuo.

La misión del docente en esta área es ser guía en el descubrimiento de la ciencia, debe ser el canal que permita la confrontación entre el conocimiento del estudiante como un producto de su interacción y la experimentación, corroboración y conceptualización que conlleve a la amplificación de su estructura cognitiva.

Es así como el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales se basa en el conocimiento del mundo desde una óptica universal, teniendo en cuenta el conocimiento científico, apoyándose en las necesidades sociales, económicas, tecnológicas y culturales de

la realidad, que permitan resolver problemas que atañen a un grupo humano en particular o a la humanidad en general.

El desarrollo del aprendizaje de las ciencias naturales se articula en tres procesos formativos: el primero se fundamenta en la formación básica; relacionada con una visión de la naturaleza como ciencia, como un sistema abierto en permanente construcción y transformación.

El segundo se refiere al proceso de formación para el trabajo; el desempeño personal y social de saber ser, saber actuar, saber decidir y saber hacer frente a determinadas situaciones teniendo en cuenta que el mundo está en continuo cambio.

Por último, la formación ética, basada en las relaciones interpersonales y del ser humano con la sociedad, la ciencia y la tecnología fundamentadas en la búsqueda de la armonía y el bien universal.

I. REFERENTE FILOSÓFICO Y EPISTEMOLÓGICO

1. El mundo de la vida: punto de partida y de llegada

1.1. El concepto del mundo de la vida de Husserl

Existen dos razones fundamentales para ofrecer una propuesta renovada y revisada del marco general del área de ciencias naturales y educación ambiental, que se ha ampliado con lineamientos curriculares y una explicitación de los logros que subyacen a los indicadores de logros establecidos en la resolución 2343/96. Se inicia con reflexiones en torno al concepto de "mundo de la vida" utilizado por el filósofo Edmund Husserl (1936). La primera es que cualquier cosa que se afirme dentro del contexto de una teoría científica (y algo similar puede decirse de cualquier sistema de valores éticos o estéticos), se refiere, directa o indirectamente, al mundo de la vida en cuyo centro está la persona humana. La segunda, y tal vez más importante para el educador, es que el conocimiento que trae el educando a la escuela (que, contrariamente a lo que se asume normalmente, es de una gran riqueza), no es otro que el de su propia perspectiva del mundo; su perspectiva desde su experiencia infantil hecha posible gracias a su cerebro infantil en proceso de maduración y a las formas de interpretar esta experiencia que su cultura le ha legado. Y es que el niño, que llega a nuestras escuelas, al igual que el científico y cualquier otra persona, vive en ese mundo subjetivo y situacional que es el mundo de la vida. Y partiendo de él debe construir, con el apoyo y orientación de sus maestros, el conocimiento científico que sólo tiene sentido dentro de este mismo y para el hombre que en él vive.

Antes de continuar con nuestra reflexión, detengámonos en este concepto de mundo de la vida de Husserl. El Mundo de la vida es el mundo que todos compartimos: científicos y no científicos. Es el mundo de las calles con sus gentes, automóviles y buses; el mundo de los almacenes con sus mercancías, sus compradores y vendedores; el mundo de los barrios, las plazas de mercado, los parques, las veredas. El científico, cuando está en su laboratorio o en su estudio investigando acerca de diversos problemas que se relacionan con el Mundo de la Vida, está alejado de éste por la sofisticación de las preguntas que está tratando de responder; cuando está en el laboratorio, o en general en su sitio de trabajo, el científico vive más bien en el mundo de las ideas científicas acerca del Mundo de la Vida. Pero cuando sale de él y va

a su casa, o pasea el domingo por el parque con su familia, vuelve al Mundo de la Vida y lo comparte con los transeúntes, con las demás personas que pasean en el parque o que compran en el almacén.

Estos dos mundos se suelen contraponer: el Mundo de la Vida y el mundo de las teorías, de las ideas científicas, de las nuevas hipótesis; en este último sólo pueden habitar los "iniciados": los científicos, los especialistas de alguna área. El mundo de la vida es un mundo de perspectivas: cada quien lo ve desde su propia perspectiva, desde su propio punto de vista. Y, como es de esperarse, desde cada una de estas perspectivas la visión que tiene es diferente. En el mundo de la ciencia, los científicos intentan llegar a acuerdos intersubjetivos y para ello deben llegar a consensos. En otras palabras, deben abandonar sus propias perspectivas situándose en diversos puntos de vista que permitan llegar a una síntesis objetiva o mejor, intersubjetiva.

Partimos pues del Mundo de la Vida y, es importante no olvidarlo, volvemos a él desde las teorías científicas. Olvidar ese retorno es eliminar el sentido que tiene el conocimiento científico. Pero, y de aquí la importancia de esta reflexión, a menudo la escuela no solamente olvida el retorno al Mundo de la Vida, sino que lo ignora como origen de todo conocimiento. En efecto, enseñamos geometría, para retomar el ejemplo tan bellamente tratado por Husserl, con una gran preocupación por los conceptos, el rigor en las deducciones y el uso de las definiciones -lo cual es enteramente lícito y deseable-, pero olvidamos que todos los conceptos y los axiomas son descripciones idealizadas, purificadas matemáticamente, de nuestra experiencia cotidiana del espacio físico que nos rodea (la cancha de fútbol o el salón de clases, por ejemplo), en el que nos encontramos las personas y los objetos con los que interactuamos. Los rectángulos geométricos sólo existen en nuestra mente; sólo en ella pueden tener la perfección de ser figuras cerradas formadas por cuatro líneas (que, por definición, no tienen espesor) paralelas de dos en dos y que se cortan formando ángulos rectos.

Estos rectángulos no hacen parte del Mundo de la Vida pero nos permiten describir la forma de algunos objetos que en él hay como son las canchas de fútbol y algunos salones de clase. Por otro lado, el rectángulo ideal se construyó en nuestra mente a través de la abstracción de las formas de algunos de los objetos del Mundo de la Vida como son las que hemos mencionado, o también la forma de algunas ventanas, de algunas mesas, entre otros. Para decirlo en pocas palabras, los rectángulos geométricos son idealizaciones o abstracciones de ciertas formas de algunos objetos que hacen parte del Mundo de la Vida y mediante ellas podemos tener un mejor conocimiento de estos mismos objetos y de otros que se les parecen en la forma. Este olvido es evidente en nuestros estudiantes cuando vemos que han aprendido la ley de Joule y la ley de Ohm pero se sienten perplejos ante una plancha dañada y no pueden hacer cosa diferente a llevarla donde "el técnico"; o cuando vemos que han aprendido los efectos nocivos que pueden tener ciertos compuestos químicos en la salud, pero no toman precauciones cuando consumen frutas o legumbres que han sido fumigadas con estos compuestos; o cuando han aprendido el ciclo del agua pero siguen cogiendo musgo en diciembre para hacer el pesebre.

Ahora bien, a menudo no solamente olvidamos esta referencia, sino que consideramos que tematizar a la agrimensura – para continuar con nuestro ejemplo– como el origen de la geometría, es algo que carece de importancia. No nos debe extrañar entonces que un alumno memorice la demostración de un teorema y la escriba en un examen sin tener la menor idea de qué fue lo que hizo. Es raro que un profesor inicie la enseñanza de la química estudiando los procesos químicos que se dan al preparar un alimento, al lavarse las manos con jabón o al utilizar algún combustible doméstico (gas, leña o carbón). O que un profesor de física se ocupe de problemas cercanos al Mundo de la Vida como pueden ser el consumo de energía eléctrica en una familia o con preguntas como "¿por qué es más fácil destapar un tarro

haciéndole palanca con un cuchillo?" Los niños a menudo memorizan las tres clases de rocas que existen en la naturaleza sin antes hacerse preguntas acerca del paisaje que los rodea y que, después de una discusión bien dirigida, podrían hacer ver en él las "huellas" de una evolución del planeta que le darían un contexto a la formación de las rocas.

Este olvido del Mundo de la Vida que Husserl señala y que aquí hemos ilustrado, ha determinado que las idealizaciones científicas se absoluticen (es decir, que se conviertan en la única forma de ver al mundo) y que el método científico se convierta en la única racionalidad posible. Este "dogma" hará ver a cualquier pregunta por lo bueno o por lo bello como una trivialidad. En otras palabras, lo único importante son los avances científicos; la reflexión sobre las relaciones éticas y morales entre los individuos, o el goce que ellos puedan tener ante una obra de arte, carecen totalmente de importancia. No nos debe extrañar entonces la así llamada crisis de valores que hoy tanto nos preocupa. Esta absolutización nos lleva a sentir que todo debe ser valorado por su importancia científica. Los comerciales son un buen síntoma de ello; la mejor forma de darle importancia a un nuevo detergente es decir que su eficacia está "científicamente comprobada", así estos términos carezcan de significado para la mayoría de las personas.

Husserl ubica en el triunfo de esa admirable construcción que es la ciencia positiva, el origen y la razón de ese olvido. Llama entonces a Galileo descubridor y encubridor. Descubridor de esa ciencia moderna que ha logrado expresar en fórmulas numéricas las leyes de la naturaleza (en otras palabras, expresar las leyes causales en términos de relaciones funcionales) y encubridor de sus orígenes en el sentido de que deja de lado el suelo primigenio en el que se fundamentan todas las idealizaciones (cuando, en forma poco rigurosa, decimos que "Fuerza es igual a masa por aceleración" nos estamos refiriendo a una de estas idealizaciones). Este suelo no es otro que el de la experiencia cotidiana, el de la experiencia que los estudiantes pueden tener cuando hacen deporte, cuando llevan sus libros en el camino a sus casas, cuando mezclan azúcar y agua para hacer limonada o cuando disuelven la panela o el chocolate en agua caliente para preparar el desayuno.

Este descuido funesto, como lo llama Husserl, determinó que se pensara en la geometría (y en general en las matemáticas), en las leyes de la ciencia y, lo que tal vez es más grave, en el método científico, como verdades absolutas que, como tales, se pueden aplicar sin más. Con una perspectiva de la ciencia como ésta, carece totalmente de sentido cualquier reflexión filosófica. En efecto, la pregunta por el sentido de la ciencia y de nuestros actos no tiene cabida en un mundo regido por los "dogmas" absolutos del método científico y las verdades mediante él "descubiertas". Tampoco es de extrañarse entonces de que exista una escisión tan dramática entre la filosofía y las ciencias en el medio escolar: generalmente el alumno que "es bueno" para matemáticas y ciencias, "no es bueno" para filosofía y vice-versa; los profesores de ciencias y matemáticas se sienten lejanos de cualquier reflexión filosófica o estética (probablemente el profesor de ciencias diría "especulaciones" en tono despectivo en lugar de decir reflexión) y consideran que la formación de valores en los estudiantes es un problema del profesor de religión, sin darse cuenta de que la ética es fundamentalmente comunicación entre todos los individuos que hacen parte de un grupo social.

Pero tal vez uno de los efectos más funestos de este olvido es de naturaleza pedagógica: ignorar la génesis del conocimiento y aceptarlo como indiscutiblemente verdadero en razón del método que permitió descubrirlo, hace ver como natural el supuesto, nunca explícito, de que la misión del profesor debe ser "transmitir" esta verdad a las nuevas generaciones quienes la deben aprehender lo mejor que puedan. Pero la verdad científica no es aprehensible ni revelable. El ser humano, por su naturaleza misma, sólo puede reconstruir esa verdad

partiendo, tal como lo hace el científico, de su propia perspectiva del mundo; en otras palabras, situado en el Mundo de la Vida.

En efecto, el científico construye las hipótesis (que pueden convertirse en leyes) desde su experiencia individual y a través de la comunicación con los interlocutores de su comunidad científica, superando la opinión individual y llegando a consensos en un "juego" en el que se apuesta a las verdades, en el que sólo participan las buenas razones y en el que sólo ganan los mejores argumentos. Y desde esta posición, las verdades absolutas no pueden ser sino quimeras. Desde esta posición, la verdad es concebida como un concepto límite en pos del cual siempre nos dirigimos sin creer que algún día llegaremos a traspasarlo. En otras palabras, podemos decir que vamos en busca de la verdad sin que ello signifique que algún día seremos dueños de la verdad absoluta. Más adelante citaremos y comentaremos la proposición de Popper que afirma que en la ciencia, por cada puerta que se cierra, se abren diez: cuando en una investigación nos damos a la tarea de contestar una pregunta, en el camino nos surgen muchas otras para las cuales es necesario también emprender otras investigaciones.

Pero es importante señalar desde el principio, para evitar cualquier malentendido, que nuestra referencia a Husserl no conlleva un rechazo a la ciencia positiva o a su método o a uno de sus resultados más valioso como es la posibilidad de matematizar las relaciones causales mediante las cuales damos un "orden racional" a nuestro mundo. Y mucho menos hay que pensar que Husserl siente un rechazo de esta naturaleza hacia la ciencia moderna cuyo artífice más destacado es sin duda Galileo. Husserl dice que la ciencia matemática de la naturaleza es una técnica maravillosa que le permite al hombre hacer predicciones sorprendentes acerca del mundo que lo rodea. Dice además que esta creación, la ciencia moderna, es un triunfo del espíritu humano (1935). No se trata pues, repetimos, de rechazar esta magnífica obra sino de resaltar su carácter de construcción humana que, precisamente por ser humana, es necesario constituir la en tema de reflexión tal como se hace con cualquier otro tipo de acción humana importante. Si olvidamos esta reflexión estamos olvidando al hombre de ciencia: olvidamos al sujeto protagonista de esta magnífica obra. Al olvidar este carácter humano de la ciencia, se le atribuye falsamente una especie de carácter divino y se la entroniza como una verdad irrefutable a la cual nos debemos someter y ante la cual debemos renunciar a todo intento de crítica.

Se trata, además, de resaltar este carácter de construcción humana de la ciencia con la intención de mostrar que al reconocerla de esta forma, tenemos que aceptar la necesidad de concebir de una forma diferente la enseñanza de las ciencias: no se trata de transmitir verdades inmutables, sino de darle al estudiante la posibilidad de ver que su perspectiva del mundo no es el mundo, sino una perspectiva de él. Y una entre las muchas posibles. Enseñar ciencias debe ser darle al estudiante la oportunidad de establecer un diálogo racional entre su propia perspectiva y las demás con el fin de entender de mejor manera el mundo en que vive. La perspectiva del estudiante debe ser contrapuesta con otras posibles de forma tal que le permitan descentrarse al situarse en otras perspectivas entendibles para él y vea desde ellas la relatividad de sus convencimientos en busca de un conocimiento más objetivo o, lo que es equivalente, un conocimiento más intersubjetivo.

Pero como lo señalamos ya en las primeras líneas, la perspectiva del educando es la que le permite su cerebro infantil en proceso de maduración y de estructuración cognitiva en el contexto de su cultura. En este sentido el niño es cualitativamente diferente del científico quien cuenta con su cerebro plenamente formado y con una historia intelectual que le ha permitido situarse en diversas perspectivas para llegar a una síntesis que él sabe, no es definitiva. Este aspecto debe ser tenido en cuenta cuando el maestro diseña su plan de actividades que le permitan alcanzar un objetivo social predeterminado.

El maestro que se preocupa por profundizar en el aprendizaje y el desarrollo humanos, intenta buscar una respuesta a la necesidad de saber quién es ese estudiante que llega a nuestras escuelas, y cuál es su perspectiva del Mundo de la Vida.

1.2. El sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental en el Mundo de la Vida

El mundo, tal como hoy lo concebimos, es el producto de largos procesos evolutivos que han sido reconstruidos en la mente del ser humano gracias a su imaginación combinada con la experimentación y la observación cuidadosa. La imaginación crea las nuevas teorías que modelan los procesos; la experimentación y la observación buscan el sustento empírico que ellas necesitan para ser incorporadas al conocimiento científico. En el caso de no encontrar este respaldo, las nuevas teorías se dejan de lado o se modifican para seguir con la tarea de construir teorías respaldadas empíricamente que nos den cuenta de esos procesos que tienen lugar en el mundo que nos rodea.

Según las teorías actuales más aceptadas, todos estos procesos han dado lugar a diversos niveles de estructuración de la energía que pueden ser organizados jerárquicamente en una especie de "árbol evolutivo" en el que todas las ramificaciones tienen un mismo punto de origen: el Big Bang. Según algunas reconstrucciones teóricas, este "primer momento del proceso" (en castellano podríamos llamarlo "La gran explosión"), que dio origen a todo, tuvo lugar hace unos quince mil millones de años. Sobre el instante mismo en que se inició no hay claridad. Las teorías sólo se aventuran a hablar a partir de una pequeñísima fracción de un segundo después de iniciado. En ese momento el universo empezaba a expandirse en una explosión, "no como las que nos son familiares en la tierra que se originan en un centro definido y se extienden hacia afuera cubriendo más y más el aire que rodea ese centro, sino una explosión que ocurrió simultáneamente en todas partes, llenando todo el espacio desde el principio y en la que cada partícula se aleja en forma violenta de todas las demás" (Steven, 1988).

La temperatura del universo era de un millón quinientos mil millones de grados Kelvin y éste contendría, según esta reconstrucción imaginaria respaldada por diversos tipos de datos obtenidos por los telescopios y radio-telescopios, grandes cantidades de partículas elementales denominadas "mesones pi". La temperatura fue descendiendo, primero en forma drástica (después del primer segundo baja de un millón quinientos mil millones a trescientos millones de grados Kelvin) y después paulatinamente. Durante setecientos mil años la temperatura va bajando de trescientos millones de grados Kelvin a una temperatura en la que las partículas elementales se configuran en núcleos y electrones que a su vez conforman los primeros átomos estables que fueron, y son en su inmensa mayoría, de helio (7%) e hidrógeno (casi todo el resto).

Macroscópicamente, hace trece mil quinientos millones de años, se da otro proceso importante: la formación de galaxias. Mil seiscientos millones de años después de las primeras galaxias empiezan a formarse las primeras estrellas. Siete mil trescientos millones de años después de que se formaron estas primeras estrellas, en otras palabras, hace cuatro mil seiscientos millones de años, se formaron los primeros planetas. Nuestro planeta Tierra, por ejemplo, se formó hace unos cuatro mil quinientos millones de años.

En este planeta, y a diferencia del resto del universo en donde la gran mayoría de la materia está compuesta por los átomos más simples, diversos procesos evolutivos, que aún no están bien explicados, dieron origen a átomos mucho más complejos. Veamos. El hidrógeno, que representa el mayor porcentaje de la materia del universo, en su núcleo tiene un protón y un neutrón alrededor del cual gravita un electrón. El helio, que sigue al hidrógeno en complejidad y porcentaje de materia que representa, aunque este porcentaje es mucho menor, en su núcleo tiene dos protones y dos neutrones alrededor del cual gravitan dos electrones. En la tierra, por el contrario, además del hidrógeno y el helio, existen otros 90 elementos naturales que van incrementando su nivel de complejidad hasta llegar al más complejo de todos (y, en consecuencia, el más pesado): el uranio. Los átomos de uranio tienen en su núcleo 92 protones y entre 135 y 138 neutrones.

Entre estos átomos se dan interacciones gracias a los electrones residuales que se redistribuyen alrededor de dos o más átomos. La atracción eléctrica causada por la redistribución de los electrones causa la adhesión entre átomos para formar moléculas. Además de los procesos físicos que hemos descrito, se inicia entonces un nuevo tipo de procesos: los procesos químicos. Éstos tienen como resultado moléculas cada vez más complejas, y, en consecuencia, de mayor tamaño.

Estos procesos químicos evolucionaron; las moléculas que se formaron fueron de un tamaño cada vez mayor y varias de ellas se integraron para formar entidades cada vez más complejas. Átomos y moléculas de metano, hidrógeno, amoníaco y vapor de agua se constituyeron en una especie de "caldo" sobre el que se producían las grandes descargas eléctricas de las tormentas que se formaban en la atmósfera de la tierra primitiva y dieron así origen a lo que hoy llamamos moléculas orgánicas. En efecto, estas descargas proveían la energía necesaria para conformar esas grandes moléculas que constituyen lo que podría llamarse unidades moleculares pre-biológicas. Lo que pudo haber sucedido después para que surgieran las primeras moléculas capaces de autorreproducirse (que es una propiedad que parecen tener todos los seres vivos) no es claro. Lo que todavía se acepta como cierto, es que hace tres mil millones de años este proceso evolutivo tuvo como resultado un nuevo tipo de procesos: los procesos biológicos. En efecto, estas moléculas que se integran, mediante ese mecanismo todavía desconocido, en formas sumamente complejas, nos hacen decir que se trata de procesos cualitativamente diferentes y, para referirnos a ellos, utilizamos una nueva palabra: la vida. Tenemos pues que hace tres mil millones de años entidades organizadas de tamaño microscópico se reproducían y se extendían por el "joven" planeta de mil quinientos millones de años.

Mil millones de años después, es decir, hace unos dos mil millones de años, el planeta se rodea de una capa de gases rica en oxígeno. En efecto, estos seres microscópicos que poblaron la tierra, precursores de las plantas verdes, mediante procesos de fotosíntesis, produjeron durante esos mil millones de años grandes cantidades de oxígeno lo cual cambió la composición química de la atmósfera. El cambio más importante, sin duda, es la formación de la capa de ozono (oxígeno en forma molecular triatómica); esta capa impedía el paso de los rayos ultravioleta del sol lo cual posibilitaba la vida de organismos de mayor tamaño.

Hace mil millones de años surgieron entonces diversas formas de vida macroscópica. Algunas de estas formas de vida dieron origen a las plantas terrestres hace cuatrocientos cincuenta millones de años. Otras dieron origen a los peces primitivos hace cuatrocientos millones de años. Los helechos y las coníferas aparecieron hace trescientos y doscientos cincuenta millones de años respectivamente. Los reptiles se formaron cincuenta millones de años más tarde que las coníferas. Los primeros mamíferos surgieron hace cincuenta millones de años (diez millones de años después de que desaparecieron los dinosaurios). El Homo Sapiens

hace su aparición en el planeta hace sólo tres o tres y medio millones de años. El Homo Sapiens, uno de los muchos millones de especie biológicas que surgieron de estos primeros organismos microscópicos vivos, evolucionó en una dirección que lo llevó a un nuevo tipo de procesos evolutivos: los procesos culturales. En efecto, la especie de homínidos, en un período de tres millones de años, fue pasando de ser una especie biológica sencilla y llanamente a ser una especie bio-cultural. Ese "ser cultural" probablemente tenga su origen en el cambio de dieta del Homo Sapiens: de una dieta vegetal pasó a una omnívora en la que el consumo de carne adquirió cada vez más importancia. Era entonces necesario el uso de instrumentos para abatir las presas, despellejarlas y comerlas, pues no contaban con las garras y colmillos propios de los animales carnívoros. Si la especie no hubiera sido capaz de perfeccionar las técnicas de caza, de producción de hachas y cuchillos y de transmitir a las generaciones siguientes los conocimientos adquiridos, no hubiera sido posible que hoy, alrededor de quince mil millones de años después del primer segundo del universo, la especie humana estuviera reconstruyendo su propia historia que se confunde con la del universo.

Esta capacidad de producir conocimientos, perfeccionarlos continuamente, y desarrollar técnicas para transmitirlos a las generaciones nuevas, le ha permitido al hombre tener un extraordinario control de los procesos físicos, químicos y biológicos del universo. Después de un período de gran optimismo acerca de esta facultad para controlar su entorno, el ser humano es cada día más consciente de sus limitaciones. Empieza a darse cuenta de que los cambios que es capaz de introducir sobre el planeta Tierra, gracias a su ciencia y su tecnología, pueden alterar el delicado equilibrio que hace posible que exista aquello tan improbable que denominamos "vida". Se empieza a dar cuenta de los daños, a veces irreparables, que él ha causado sobre ese magnífico producto, siempre dinámico, de intrincados y complejos procesos evolutivos como es la vida. La conciencia de la necesidad de una ética ambiental, que era ya clara en la mayoría de las culturas precolombinas, es hoy en día sentida por un sector cada vez más amplio de las culturas humanas.

Hace mil millones de años surgieron entonces diversas formas de vida macroscópica. Algunas de estas formas de vida dieron origen a las plantas terrestres hace cuatrocientos cincuenta millones de años.

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. Este conocimiento debe darse en el estudiante en forma tal que pueda entender los procesos evolutivos que hicieron posible que hoy existamos como especie cultural y de apropiarse de ese acervo de conocimientos que le permiten ejercer un control sobre su entorno, siempre acompañado por una actitud de humildad que le haga ser consciente siempre de sus grandes limitaciones y de los peligros que un ejercicio irresponsable de este poder sobre la naturaleza puede tener.

2. Ciencia y tecnología

2.1. Conocimiento común, científico y tecnológico

El conocimiento común, la ciencia y la tecnología, son formas del conocimiento humano que comparten propiedades esenciales, pero se diferencian unos de otros por sus intereses y por la forma como se construyen.

Es común ver la ciencia y la tecnología como actividades que sólo unos privilegiados puedan llevar a cabo; hay una gran cantidad de estereotipos y creencias en ese sentido, pero son

totalmente infundadas; en efecto, contrariamente a lo que en ocasiones se cree, ellas son tan propias del ser humano como pueden ser el arte o la agricultura.

A través de la historia, las sociedades de seres humanos han desarrollado una gran cantidad de conceptos y de ideas válidas (es decir, acordes con una cierta realidad) acerca del mundo físico, biológico, psíquico y social. Gracias a las estrechas relaciones lógicas entre ellos existentes, han conformado verdaderos sistemas de conocimiento llamados teorías, que le han brindado al hombre, a través de generaciones, la oportunidad de entender cada vez mejor la especie humana y el entorno en el que ella habita. El método de construcción de esta “red” de ideas y conceptos, ha involucrado siempre a la observación cuidadosa, al pensamiento ordenado y disciplinado, a la imaginación, a la experimentación, a la crítica y la tolerancia a ella y, ante todo, a la honestidad, la humildad y el amor por la verdad.

Pero todos estos sistemas de conocimiento se han ido construyendo sobre la base del conocimiento que comúnmente se tiene acerca de un determinado sector de la realidad. Ese conocimiento común es sometido a la disciplina y el rigor propios de los científicos, que a su vez han ido refinándose gracias a la actividad misma de la comunidad científica. Esta disciplina, o como la hemos llamado, método de construcción, le da al conocimiento científico ciertas propiedades que lo diferencian del conocimiento común y que en ocasiones lo hacen ver como inalcanzable. Pero son, en esencia, el mismo fenómeno humano; es decir, la ciencia y la tecnología son actividades humanas y quienes se dedican a ellas no son necesariamente seres privilegiados.

Existen diversos tipos de conocimiento. El primero que mencionaremos recibe habitualmente el nombre de conocimiento común u ordinario que construye el hombre como actor en el Mundo de la Vida. El segundo se conoce bajo el nombre de conocimiento científico y el tercero bajo el de conocimiento tecnológico.

Todos ellos comparten rasgos fundamentales. El primer rasgo común es que todo conocimiento (el común, el científico y el tecnológico) implica la existencia de una representación mental de aquello que es conocido; esta representación puede ser lingüística o pictórica (en términos de imágenes), kinestésica (en términos de movimientos), auditiva o cualquier otra forma de representación debida a uno de los sentidos o a una combinación entre ellos. El segundo es que toda forma de conocimiento sólo se hace posible dentro de un contexto social. El tercero y último que señalaremos es que todo conocimiento tiene un valor adaptativo al mundo físico o socio-cultural e individual. Al lado de estas características comunes, cada una de estas formas de conocimiento posee otras específicas que las distinguen de las demás.

Hay propiedades que distinguen al conocimiento científico y al tecnológico del común. La primera y más importante es la intención teórica del científico y del tecnólogo. Todo científico o tecnólogo intenta hacer teorías de gran generalidad acerca de lo que quiere conocer; cuanto más general sea una teoría, más importancia tendrá dentro del contexto de la comunidad de científicos dedicados a esa área de conocimiento. El conocimiento común, por el contrario, no se preocupa por la construcción de teorías que vinculen hechos y procesos aparentemente sin ninguna relación. El conocimiento del hecho o del proceso mismo es ya satisfactorio. Para alguien que no hace ciencia, saber que el exceso de sol produce cáncer en la piel es suficiente en la mayoría de los casos. Probablemente algunos pregunten por qué los rayos solares producen cáncer; pero cuando se les responda aludiendo a los rayos ultravioleta y su efecto en los núcleos de las células de la piel, esta respuesta parecerá satisfactoria en la gran mayoría de los casos. El científico y el tecnólogo, en cambio, reaccionan en forma muy diferente.

Preguntarán por qué los rayos ultravioleta afectan como lo hacen los núcleos de las células; se preguntarán por la relación de estos efectos con las funciones del sistema inmunológico; dudarán si realmente son los rayos ultravioleta los que causan estos efectos o si será algún otro fenómeno ligado a estos rayos; tratarán de vincular este tipo de cáncer con otros; tratarán de acoger la relación entre rayos ultravioleta y cáncer de la piel dentro de una teoría que dé cuenta de todas las otras formas de cáncer; tratarán de extraer algún principio para la curación de este tipo de cáncer y la de cualquier otro. En pocas palabras, el conocimiento de algo nuevo no satisface enteramente la curiosidad del científico o del tecnólogo sino que, por el contrario, les plantea muchísimos nuevos problemas que sólo se resolverán con la construcción de una gran teoría capaz de explicar la relación entre los fenómenos en cuestión y muchas otras relaciones conocidas y otras que se pondrán en evidencia gracias a la construcción de la teoría misma. En el supuesto “por cada puerta que se cierra, se abren diez”, señalaremos esta característica del quehacer científico.

Una segunda diferencia que existe entre el conocimiento común, el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico es la importancia que tiene para los dos últimos, la actividad dentro de un grupo. Todo conocimiento se ve influido “tiene vida” dentro de un grupo social; pero el conocimiento científico y el tecnológico son eminentemente productos de un proceso de producción social; no puede existir conocimiento científico o tecnológico sin la investigación, la discusión, y en algún momento, el consenso en torno a las mejores razones, los mejores conceptos y los mejores desarrollos técnicos dentro del contexto de una comunidad llamada comúnmente “comunidad científico-tecnológica”, interesada por una determinada área del saber. El conocimiento científico o tecnológico adquiere su carácter de tal cuando se produce dentro de esta comunidad y “circula” en ese contexto. Se trata de un producto social que debe ser legitimado por el sistema que lo produce, para lo cual debe ser sometido a un proceso muy bien determinado, muy exigente, y aceptado universalmente por los miembros del sistema social en cuestión. El conocimiento común no sigue un proceso de esta naturaleza para ser legitimado. Sigue un proceso que depende en gran medida de los individuos mismos que lo aceptan como válido y, en una pequeña parte, del medio socio-cultural en el cual ellos se encuentran inscritos. Otro elemento importante es que muy pocos de los que aceptan este conocimiento como válido son conscientes de que es necesario agotar un proceso para poder legitimar un conocimiento; incluso la mayoría aceptarán un determinado conocimiento como válido sencillamente porque otros lo han aceptado. Podríamos decir entonces que el conocimiento científico y el tecnológico son productos sociales en tanto que el conocimiento común es más un acontecimiento individual.

El conocimiento científico y el tecnológico como productos de una actividad humana, tienen referentes tangibles en las bibliotecas y las hemerotecas; también en los aparatos y los procedimientos para resolver problemas; estos productos “circulan” entre los miembros de la comunidad en forma sistemática a través de las diversas formas escritas (revistas, libros, correspondencia personal) y mediante el contacto personal en los seminarios, simposios, congresos, etc. Estos productos deben entenderse siempre como productos parciales y provisionales y en continuo cambio. De hecho, al mismo tiempo que circulan entre los miembros de la comunidad, se modifican, se perfeccionan. En cuanto al conocimiento común no podemos decir que no posea referentes tangibles o que no “circule” entre quienes lo comparten. Pero ni los productos son tan claros y propios de este tipo de conocimiento, ni su “circulación” es sistemática e institucional. Pero lo que es mucho más importante, el conocimiento común no se perfecciona en forma continua gracias a una voluntad explícita como en el caso del conocimiento científico y el tecnológico. Podría decirse incluso, que la razón de ser de una comunidad científica o tecnológica es precisamente cumplir con la misión de perfeccionar en forma continua su producto.

La ciencia y la tecnología se fundamentan en principios y supuestos explícitos en tanto que el conocimiento común no requiere de este tipo de fundamentos.

Los científicos y tecnólogos comparten una buena cantidad de actitudes y creencias con respecto a la naturaleza del mundo y lo que se puede saber de él. Los científicos presuponen que las cosas y los eventos del mundo ocurren de manera tal que un estudio cuidadoso, sistemático e imaginativo de su acontecer permitirá identificar patrones fijos de comportamiento que vuelven al mundo comprensible y explicable. Este supuesto de que el mundo es ordenable es el que fundamenta la actividad de todo científico y permite darle sentido, para utilizar palabras de Popper, su “búsqueda sin término”.

Asume también que el universo es un sólo sistema regido en su totalidad por reglas. La ciencia no es otra cosa que el proceso de producción de conocimiento, siempre perfectible, de estas reglas. Su conocimiento faculta al hombre (aunque no es condición necesaria) para cambiar o anticiparse al rumbo de los acontecimientos en un determinado sector del universo. Esta capacidad de cambiar el mundo o acomodarse a él es lo que caracteriza a la tecnología. Es posible conocer la forma de cambiar el entorno o acomodarse a él sin conocer las reglas que lo rigen; la navegación marítima se conoció mucho antes de que Arquímedes construyera una teoría que explica cómo un cuerpo puede flotar en un fluido.

Pero cada vez esto es menos frecuente. La relación de interdependencia entre ciencia y tecnología es cada vez más estrecha. La ingeniería es una buena muestra de ello. Entendida como la construcción de problemas y el diseño de soluciones para ellos, se puede ver como un puente de intercambio entre ciencia y tecnología.

El conocimiento científico y el tecnológico no tendrían razón si no tuvieran entre sus objetivos la búsqueda de respuestas que conllevan al mejoramiento de la calidad de vida.

Las ciencias naturales y la educación ambiental aportan a la comprensión de los fenómenos que ocurren en la realidad.

La salud es la resultante de la interacción de factores multi-causales. La salud es una necesidad vital para vivir dignamente desde que se nace hasta que se muere y por tanto requiere de una permanente búsqueda y de un análisis crítico del quehacer cotidiano. El concepto de salud-enfermedad se ha desarrollado según diferentes contextos socio-culturales con una cosmovisión particular respecto a la vida, a la sociedad, a la naturaleza y ha sido influenciada a través de los siglos en las distintas regiones por particulares características ideológicas, religiosas, políticas, históricas, económicas y étnicas de cada país o región.

Esta mirada de la salud y la enfermedad, la apreciación del cuerpo y de la vida, en cada momento y en cada sitio, está íntimamente ligada a la forma de ver el universo y de ubicarnos en él. La concepción de la salud debe involucrar una visión integral del cuerpo y su entorno, no es posible separar o mirar aisladamente cada parte u órgano del cuerpo o deslindar lo físico de lo mental. El entorno, las relaciones con las demás personas y con el medio ambiente, son inseparables de lo que ocurre en el ser humano.

La visión integral de la vida entiende que cada parte repercute en el todo y viceversa, es la comprensión del ser humano como un microcosmos, en el sentido que en él se reflejan o

manifiestan todas las cosas del universo, de ahí que los cambios que ocurren en el universo inciden en el organismo vivo y los cambios de éste inciden en algún grado sobre el universo.

Sólo bajo una concepción holística de la vida, será posible una concepción integral de la salud, entendiendo que la salud depende de muchos factores entre ellos la vivienda, la nutrición, las condiciones de trabajo, la recreación, el deporte, el ejercicio de la libertad, el respeto por los demás, el cuidado de la naturaleza, buscando la armonía con el entorno.

Una visión holística es una visión totalizante de la vida, más amplia que la visión reduccionista y positivista de una medicina para la cual sólo la enfermedad constituya su objetivo.

2.2. Ciencia, tecnología y practicidad

La diferencia entre ciencia y tecnología se encuentra en las perspectivas de aplicación de los conocimientos a la solución de problemas prácticos.

Es de gran importancia insistir sobre el hecho de que el tecnólogo se interesa también por las causas de los fenómenos y en consecuencia participa de la intención teórica. La diferencia se encuentra en el énfasis particular que el tecnólogo hace sobre los desarrollos técnicos que de la teoría se puedan derivar para resolver problemas humanos. El tecnólogo tendrá siempre en mente el logro de aquellas aplicaciones que del conocimiento se puedan extraer para satisfacer necesidades o deseos que dentro de un contexto socio-cultural se dan entre los seres humanos. Es pues importante dejar claro que la distinción que hacemos entre ciencia y tecnología no se hace en términos de la actividad cerebral en el mundo de las ideas (del científico) y la actividad manual en el mundo de los objetos (del tecnólogo) tan común en tantos medios.

Existe una clara diferencia entre tecnología y practicidad, es común encontrar que cuando se habla de un tecnólogo se piense en una persona de un rango inferior al de un científico, que sabe utilizar o construir aparatos que son posibles gracias a los desarrollos científicos. En esta forma de entender al tecnólogo va implícita una forma de entender la relación entre ciencia y tecnología que actualmente es difícil de mantener. La ciencia sería una actividad creativa en la que se “descubren” nuevos principios, nuevas leyes o nuevos fenómenos por el amor mismo al conocimiento. La tecnología sería una actividad que tendría como finalidad hallar alguna aplicación de los hallazgos hechos en la ciencia a la solución de problemas prácticos. Hoy en día esta distinción ha sido invalidada por muchas experiencias; en efecto, son muchos los casos en que de la búsqueda de una solución a un problema práctico resultan nuevos principios científicos importantes o los casos en que la aplicación de un nuevo principio introduce cambios en la economía, en la producción de bienes o de servicios, en los oficios o puestos de trabajo que crean nuevas necesidades y nuevos problemas. Como lo hemos dicho ya, la única diferencia que existe entre tecnólogo y científico es el interés práctico del tecnólogo.

Existe sin embargo un cierto estado de cosas que mantiene esta distinción errónea entre tecnólogo y científico. En efecto, muchas veces se da el caso de personas que conocen el funcionamiento de un aparato sin que entiendan la racionalidad con la que éste fue creado y construido, y en ocasiones incluso, ni siquiera conocen la forma cómo éste funciona. Pero para designar a una persona que se encuentre en este caso, tal vez sea mucho más adecuado hablar de un práctico; es decir, alguien que tiene la experiencia en la utilización de un desarrollo tecnológico pero que no tiene la comprensión de los principios que lo rigen. El análisis de una pequeña anécdota puede ser ilustrativo de la distinción entre científico, tecnólogo y práctico. Un cultivador en una ocasión perdió el “pilon” de su balanza romana.

Alguien le sugirió que adaptara una de las masas (de 5 kg) de otra balanza. El cultivador sonrió y dijo con tolerancia que esto era imposible: “la romana sólo pesa con el pilón propio”. El cultivador es un práctico en el uso de la balanza romana. Gracias a la experiencia puede comerciar con sus productos utilizando la romana en condiciones normales. Pero cuando existe alguna anomalía se siente incapaz de ver otra alternativa que la de retornar a estas condiciones de normalidad. El tecnólogo hubiera podido actuar en forma totalmente diferente. Gracias al conocimiento de los principios físicos en los que se encuentra fundamentada la balanza romana, no hubiera tenido ningún problema en implementar la solución de adaptar una masa de otra balanza; conociendo su masa (o su peso) podía establecer una nueva escala para la romana sin ningún problema midiendo la distancia a la que era necesario poner el producto pesado para equilibrar la romana. El científico hubiera actuado en forma idéntica al tecnólogo. La única forma de distinguirlos hubiera sido preguntarles acerca de sus intereses profesionales.

2.3. Naturaleza de la ciencia

La ciencia es ante todo un sistema inacabado en permanente construcción y destrucción: se construyen nuevas teorías en detrimento de las anteriores que no pueden competir en poder explicativo. Con las nuevas teorías nacen nuevos conceptos y surgen nuevas realidades y las viejas entran a hacer parte del mundo de las “antiguas creencias” que, en ocasiones, se conciben como fantasías pueriles.

Estas nuevas realidades no se refieren, desde luego, a los datos perceptuales como tales. Hace varios miles de años el cielo en la noche tenía aproximadamente la misma apariencia que tiene hoy, pero las retinas de nuestros ancestros eran afectadas por lo que hoy llamamos “ondas electromagnéticas”, de la misma forma como son afectadas las nuestras, al mirar hacia el cielo en una noche estrellada. La realidad de nuestros ancestros remotos era bien diferente: lo que ellos observaban eran las hogueras de los nómadas de la inmensidad, que en la noche, al igual que ellos, dormían alrededor del fuego protector. Poco después, esos mismos datos perceptuales eran pequeños huecos en la gran bóveda celeste que dejaban pasar la luz inmensa de Dios. Luego fueron inmensas bolas de fuego suspendidas de las grandes esferas de cristal que conformaban un sistema concéntrico del cual la Tierra era el centro. Más tarde fueron grandes masas incandescentes que gravitaban según las leyes de Kepler. Hoy son la luz de sistemas solares muy lejanos que siguen alejándose continuamente a velocidades extraordinarias; algunos de ellos extintos hace muchos millones de años. En este sentido, podría decirse incluso que lo que observamos es el pasado de tales estrellas.

Probablemente uno de los grandes problemas de nuestros programas curriculares sea la falta de perspectiva histórica que nos permita relativizar sanamente la concepción de realidad y la de verdad. Cuando se piensa en la verdad como absoluta o en la realidad como algo independiente de la comunidad científica que la concibe, estamos asumiendo que el juego de la ciencia se ha acabado: ya lo conocemos todo. Pero, creemos, la realidad es una representación de lo real mediante un modelo (o una metáfora). Cuando decimos que el átomo es como un sistema solar en miniatura, estamos estableciendo una analogía en la que el núcleo juega el papel de sol y los electrones juegan el papel de planetas. En esta modelación del átomo partimos del supuesto de que conocemos bien la estructura y el funcionamiento del sistema solar (por lo menos en cuanto a los movimientos gravitatorios, con los cuales se pueden comparar los de los electrones) y pretendemos extraer buenos beneficios de este conocimiento aproximándonos a algo desconocido pero de lo cual suponemos que es “semejante”, como es el átomo en el ejemplo que hemos escogido. Quien entiende un modelo o una metáfora entiende que esta semejanza es muy relativa y que hay que saber interpretarla:

cuando se habla del átomo como sistema solar muy pequeño, quien entiende el modelo no preguntará por los satélites de los electrones, ni si en uno de ellos hay atmósfera y vida.

El estudiante normalmente cree que la realidad es como se dice en los libros que es. Pocas veces el estudiante es consciente de que lo que estudia en los libros son diversos modelos que algún día pueden ser superados por otros. Mucho menos es consciente de que esos modelos son construcciones sociales (culturales) en las que él algún día puede participar.

Los modelos no sólo son una forma de expresar una realidad dada, sino que también permiten ampliar los horizontes de esa realidad. Un ejemplo sencillo y apasionante es la tabla periódica de Mendeleiev. Esta tabla es un modelo que organiza los elementos y sus propiedades conocidas. Pero además predice la existencia de otros, hasta el momento no conocidos, y señala errores de observación para algunos elementos que ya se habían descrito. Las realidades químicas antes y después de la tabla de Mendeleiev son muy diferentes. Pero la tabla periódica que hoy conocemos no es la que Mendeleiev presentó ante su comunidad científica. Esta tabla, como todos los modelos, ha evolucionado. Por otro lado, ella muy probablemente no hubiera podido existir si no hubiera habido los intentos anteriores en el mismo sentido de Dobereiner y de Newlands. Estos intentos con seguridad, contribuyeron para que se diera algo muy común en la ciencia y es que dos científicos (Mendeleiev y Meyer), en forma independiente, llegaron a modelos realmente muy similares.

Esta “estrategia” del científico para entender la realidad no es exclusiva; todo ser humano la utiliza en forma natural. En la vida cotidiana tenemos inmensas cantidades de modelos o de metáforas que nos permiten concebir una realidad. Siempre que hablamos del tiempo, por ejemplo, lo hacemos con metáforas espaciales. Decimos “fue una ceremonia muy larga” para referirnos a la entrega de diplomas de un grupo grande de graduandos cuya duración fue grande; diferenciamos “las vacaciones largas” de las “cortas” para referirnos a períodos de descanso de diferente duración.

Decimos que “en invierno corre un viento helado”; que “el sol se levanta por el oriente y se acuesta por el occidente”, que “la enredadera se abraza al árbol”, etc. Una sugerencia metodológica importante es permitir que los estudiantes actúen según este impulso natural (otra metáfora) y darles el tiempo necesario para que ofrezcan sus propios modelos o sus metáforas para dar cuenta de una cierta realidad. Los estudiantes, si se les da la oportunidad, ofrecen fácilmente modelos bastante interesantes. Una niña decía, para explicar la forma como opera una palanca, que “una palanca es como un super-codo”; otra decía para describir los choques inelásticos que “los cuerpos que chocan reparten equitativamente sus impulsos; así el que tiene mucho le da al que tiene poco, y el que tiene poco recibe del que tiene mucho”. Al profesor le preocupa que estos modelos no se ajusten totalmente a la realidad (sería mejor decir a su realidad) o que no se formulen en términos cuantitativos y en forma de ecuaciones matemáticas, y entonces los corrige imponiendo el modelo del libro. El modelo de Mendeleiev tampoco era totalmente ajustado a la realidad y seguramente el actual sufrirá cambios o reinterpretaciones según su evolución. El secreto está entonces en dar las condiciones para que los modelos ofrecidos por los alumnos evolucionen. La evolución de estos modelos, que ellos percibían de una forma muy comprometida, no sólo les permitirá entender la versión “actualizada” del modelo, sino que además no perderán de vista ese carácter evolutivo de la construcción científica, que a nuestra manera de ver es el elemento más importante. El estudiante entiende la estructura del conocimiento científico y la forma como se construye y no se limita a memorizar algunos de los resultados logrados en un determinado momento de la historia de la ciencia.

El juego de la ciencia consiste en acercarse indefinidamente a la verdad eliminando errores, este supuesto en cierto modo se deriva del anterior. Si el juego de la ciencia nunca acaba,

nunca podremos acceder a una verdad última, puesto que, si así fuera, ¿qué sentido tendría la ciencia después de ese momento? Pero debe haber una aproximación a ella (lineal o en espiral, según diferentes formas de ver el problema), puesto que, si no la hubiera, de nuevo, ¿qué sentido tendría la ciencia? No podemos concebir el error como la negación de la verdad. Un error es, más bien, un punto en uno de los caminos hacia la verdad, y cada punto en ese camino es un error de mayor o menor magnitud. Así, puesto que no tenemos una verdad absoluta, convivimos con el error permanentemente. Para poderlo identificar necesitamos de un espíritu crítico que, como puede mostrarse, opera siempre de una misma forma: somete las teorías a la crítica conceptual y las contrasta con la realidad.

Un ejemplo de varios puntos en uno de esos “caminos a la verdad”, muy ilustrativo y bastante conocido, es aquel que se refiere a la cosmovisión del hombre a lo largo de su historia. Veamos en forma rápida (y muy esquemática) la evolución de los conceptos acerca del universo. En un principio la tierra era concebida como una llanura apoyada sobre una tortuga; las estrellas eran las fogatas que en la noche encendían los caminantes de la inmensidad. Más tarde la Tierra era una llanura contenida en una gran esfera de cristal.

Después la Tierra era una planicie situada en el centro de una buena cantidad de esferas de cristal concéntricas sobre las cuales se sostenían el sol, los planetas, las estrellas cercanas y la Luna. Una última esfera exterior sostenía las estrellas más lejanas llamadas “fijas” por ser aparentemente inmóviles. Con Galileo la Tierra era una masa esférica que giraba en torno al sol en la misma forma que lo hacían los demás planetas, y la Luna giraba en torno a la Tierra. Hoy hablamos del Big Bang, de galaxias, de agujeros negros y de millones de millones de soles.

El esquematismo (flagrante ante todo en la linealidad de los sucesos) que hemos adoptado en este recuento, sería inaceptable si estuviéramos teniendo alguna pretensión histórica. Es bien conocido, por ejemplo, que varios pensadores se adelantaron unos mil quinientos años a Copérnico en formular teorías heliocéntricas del universo. Antes de Eratóstenes se pensaba ya que la Tierra era esférica. Eratóstenes hizo mediciones de ángulos en las sombras proyectadas por el sol y de distancias entre determinados sitios que, gracias a la trigonometría conocida en la época, le permitieron extraer conclusiones realmente muy precisas en cuanto a la circunferencia de la Tierra. Es muy claro que la evolución de los conceptos científicos no es una línea recta entre “lo falso” y “lo verdadero”. Pero este recuento sólo pretende señalar cómo los conocimientos científicos de un momento histórico pueden ser considerados posteriormente como errores. Y estos errores son señalados por ese espíritu crítico que constata discrepancias entre lo que dicen las teorías y las observaciones que esas mismas teorías permiten. Es importante resaltar, sin embargo, que ese mismo espíritu crítico puede en un momento dado, y de hecho así ha sucedido muchísimas veces, aceptar como verdadero algo que después resulta mostrarse como falso. Ahora, esa misma afirmación puede ser restituida posteriormente como verdadera.

El objetivo no es pues tratar de eliminar el error en forma definitiva, sino de convivir con él y aprender a identificarlo dentro de un contexto social por medio de la discusión amistosa y crítica. En el ejemplo de la siguiente sección vemos en forma más clara cómo la discrepancia entre lo que predice una teoría y lo que se observa —es decir, un error— desencadena una crítica de la teoría que puede culminar en un cambio radical dentro de la teoría (cambio de paradigma).

En casi todas las instituciones educativas el error se castiga (obviamente no se trata aquí de defender aquellos errores provenientes de la falta de trabajo o del desinterés). Cuando se da un error propio de la ciencia en algún estudiante, no se concibe como un momento del desarrollo del pensamiento científico, sino como una equivocación debida a una falta de

estudio o de alguna dificultad de aprendizaje. El estudiante debe dejar de cometer errores estudiando o ejercitándose, para evitar el castigo de una mala nota. Esta forma de eliminar el error no tiene nada que ver con aquel proceso responsable del avance científico. Para el estudiante común, quien comete errores es él; el profesor sólo de vez en cuando y el libro casi nunca. En pocas palabras, el error no se relaciona con el proceso normal de la ciencia sino con los “malos alumnos”.

La evaluación casi nunca se entiende como un momento más para el desarrollo del conocimiento en el que la crítica del error nos permita avanzar hacia una etapa de conocimientos más elaborada. Se entiende más bien como el momento en el que el profesor “pide cuentas”.

Quienes no están dispuestos a exponer sus ideas a la aventura de la refutación no toman parte en el juego de la ciencia.

Quien no está dispuesto a someter sus teorías a la crítica, indudablemente no puede mantenerse dentro de una comunidad científica. Sus teorías dejan de serlo para convertirse en algo así como un dogma incontrovertible.

El profesor de ciencias no siempre da ejemplo de esta actitud crítica porque de una forma o de otra, se ha dejado endilgar el papel de sabio que debe conocer la respuesta a todo y nunca debe equivocarse. El estudiante asume, de una forma hasta cierto punto inconsciente, que en ciencia no se puede dudar; que las cosas “son o no son”; que en ciencia todo se conoce y es de una forma y no de otra. Quien duda o se equivoca no es sabio y, por tanto, no puede ser profesor. La ciencia tiende a ser considerada por el estudiante medio, como aquello que se dice en el libro de texto y que es algo que siempre ha sido verdadero y siempre lo será.

No queremos decir con lo anterior que el profesor debe considerar como parte de sus obligaciones equivocarse o desconocer parte de la materia que tiene a su cargo. Se trata de que no pierda de vista que la ciencia es siempre inacabada; que hay regiones en donde son más numerosas las preguntas que las respuestas. Se trata fundamentalmente de que el estudiante se ejercite en la controversia, en la crítica, en la evaluación de diversos caminos posibles. Ese ejercicio le permitirá pertenecer algún día a una comunidad científica y ello es posible en individuos que no parten del supuesto de que son (o deben ser) infalibles.

En la ciencia, por cada puerta que se cierra se abren diez, esta sentencia popperiana (Popper, 1967) nos permite poner en evidencia que cada nueva solución en ciencia da surgimiento a nuevas preguntas. Para retomar el ejemplo de la tabla periódica de Mendeleiev, vemos que este nuevo modelo daba respuesta a la pregunta sobre los rasgos comunes en cuanto a la forma de reaccionar de ciertos elementos con otros. Pero entonces surgía el problema de las casillas que quedaban vacías. Para Mendeleiev esas casillas correspondían a elementos que debían existir en la naturaleza pero que hasta el momento no se habían aislado. Estas nuevas preguntas nos proyectan hacia nuevos conocimientos. Pero, además, nos permiten relacionarlos con aquéllos conocidos hasta el momento y, por tanto, reestructurar nuestra concepción del mundo.

En este sentido, una respuesta a un problema científico no puede ser concebida únicamente como la culminación de un camino sino, más bien, como un nodo de una red en continuo crecimiento. Ahora bien, esta metáfora puede representar tanto el sistema de conocimiento de una comunidad científica como el de un individuo particular. Estos dos sistemas son isomorfos

en su mecanismo de construcción y pueden serlo también en su estructura (cuando un individuo conoce bien el área).

El crecimiento de la red no solamente es un ensanchamiento de las fronteras sino el establecimiento de nuevas conexiones entre nodos que hasta el momento eran independientes y un enriquecimiento de las conexiones ya existentes. La respuesta a una pregunta puede implicar el replanteamiento de otras que ya habían recibido respuesta. Éste puede desembocar en uno de los caminos siguientes: un nodo se reubica dentro del contexto de la red o se elimina como tal; también puede darse el caso de que un nodo que había sido eliminado se restituya nuevamente. El siguiente ejemplo nos puede aclarar el uso de la metáfora de la red que hemos hecho. En el siglo XVII se aceptaba ampliamente que el calor era una manifestación del movimiento. Científicos, filósofos y matemáticos como Bacon,

Descartes, Boyle, Hooke, Newton, Locke, Leibniz y otros aceptaban lo que Galileo un tiempo antes había formulado; el calor se relaciona con la rápida agitación de las pequeñísimas partículas de las que está hecha la materia de la cual se componen todos los cuerpos. Esta agitación se denomina energía cinética interna. Posteriormente esta forma de ver el problema se reemplazó por la teoría del calórico (a la que haremos referencia más adelante) que ya había sido adoptada por algunos filósofos griegos siglos antes. Hoy nuevamente vemos el calor como algo estrechamente relacionado con la energía cinética interna de un cuerpo. Éste es pues un caso en el que un nodo de esta red de conceptos que había sido eliminado, se restituye.

Quien juega a la ciencia debe ser consciente de que la autocrítica y la crítica de los demás jugadores son las únicas estrategias de juego que garantizan una aproximación a la verdad.

La única forma como se puede establecer si una teoría explicativa es defectuosa, es sometiénola a la crítica. Las leyes científicas son, desde el punto de vista lógico, implicaciones. Hay entonces dos caminos para someter a crítica las teorías. El primero es hacer un despliegue de las predicciones que en virtud de las implicaciones se pueden hacer y tratar de hacer observaciones cuidadosas y controladas para ver si ellas se cumplen o no. El segundo es hacer un examen de la coherencia entre las implicaciones y las definiciones de la teoría.

El primer camino se encuentra muy bien ilustrado por una declaración de Einstein que decía algo como lo siguiente: estoy dispuesto a aceptar que mi teoría general de la relatividad es insostenible, si ante un potencial de gravitación no se observa una desviación hacia el rojo de las líneas del espectro. En mayo de 1919, una expedición británica se ubicó en un sitio propicio para llevar a cabo una serie de experimentos durante un eclipse de sol. Ellos pudieron establecer que la predicción acerca de la desviación hacia el rojo y del cambio aparente de ubicación de una estrella eran ciertas. Con ello se ponía a prueba la teoría general de la relatividad (con éxito para la teoría) pues se observaba efectivamente lo que de ella se deducía que debía observarse. Konrad Lorenz decía en alguna ocasión: “es muy buen ejercicio matutino para un científico investigador el descartar cada día una hipótesis favorita antes del desayuno”. Si la Expedición Británica no hubiese podido observar lo que en efecto observó, Einstein hubiera estado obligado, en palabras de Konrad Lorenz, a descartar su teoría. Las hipótesis que el mismo Lorenz formulaba acerca del comportamiento de los animales, eran descartadas o aceptadas después de largas horas de observación cuidadosa.

Cada vez que imaginamos una nueva hipótesis, ella debe ser consistente con las demás. En otras palabras, el sistema de hipótesis que conforma la teoría no debe ser contradictorio. Nuevamente aquí es ilustrativo analizar la teoría de la relatividad de Einstein. Su hipótesis de que la velocidad mayor posible tenía un valor finito y constante era incongruente con las

hipótesis más importantes de la física clásica, a saber: que el tiempo y el espacio son dimensiones homogéneas.

En otras palabras, la hipótesis de que la velocidad de la luz es siempre 300.000 km/s y la mayor posible, sea cual sea el observador que la mide (así se mida desde otro rayo de luz lo cual no deja de parecernos asombroso y hasta absurdo), era incompatible con la de que el tiempo es infinito, invariable y el mismo para todos; era incompatible también con la de que el espacio es un recipiente infinito, inmodificable e independiente de su posible contenido: la materia. Si existe una incompatibilidad entre hipótesis es necesario descartar unas u otras. Parte de la genialidad de Einstein fue la osadía de descartar las que eran más aceptadas universalmente y que, se podría decir, eran esenciales. En efecto, la homogeneidad del tiempo y del espacio es necesaria para que toda la estructura newtoniana se mantenga. En el siglo XVIII se desarrollaron diversas investigaciones acerca de la combustión que llevaban a postular la existencia de una materia ígnea o incandescente, sin peso, invisible y fluida que era llamada “flogisto”. Sustancias como el carbón, la madera o la pólvora se concebían como muy ricas en esta materia, y de ahí su capacidad de ser altamente inflamables. En el momento de la combustión, el flogisto era liberado produciéndose así la llama y el calor.

La relación de la combustión con el calor llevó a los científicos a replantear la idea del calor como movimiento de las partículas constitutivas de la materia y concebirlo, en forma análoga al flogisto, como un fluido imponderable, autorrepelente e indestructible, que Lavoisier bautizó con el nombre de “calórico”. Hay que anotar que esta concepción del calor no era nueva; los filósofos y científicos griegos de la antigüedad ya habían concebido al calor de esta manera, como lo señalamos ya. La idea del calórico fue bastante útil y produjo resultados interesantes. Uno de ellos fue la postulación del principio de que este fluido se desplazaba siempre de los cuerpos calientes a los fríos y nunca en sentido inverso.

Benjamín Thompson, nacido en Massachusetts en 1753, después de muchas aventuras en las que hacía gran gala de su astucia (entre ellas un matrimonio muy corto con la acaudalada viuda de Lavoisier), fue nombrado Conde Rumford del Sacro Imperio Romano y Regente Imperial del Estado de Baviera. Como tal supervisaba la construcción de cañones.

Cuando se perforaban los cilindros de metal para construir la boca del cañón, se producen inmensas cantidades de calor. Los caloristas explicaban el fenómeno diciendo que el rozamiento desprende pequeñísimas partículas de materia y con ella libera también parte del fluido (llamado calórico) contenido en el metal.

El conde Rumford observaba que la producción de calor era mayor cuando la fresa con la que se perforaba estaba sin filo. Decidió entonces estudiar el problema en detalle. Pidió que se hiciera rotar una fresa sin filo sobre un cañón a medio construir. Hizo llenar la boca del cañón con agua. Después de dos o tres horas, en las que la fresa había rotado continuamente, el agua empezaba a hervir y no se había avanzado en la perforación de la pieza de metal. Thompson se preguntaba: ¿Cómo es posible que se desprenda tanto calórico sin que el metal cambie? Después de prolongar el experimento tanto como se quiso, Rumford demostró que se podía seguir generando calor todo el tiempo que los caballos realizaran trabajo al hacer rotar la fresa. Puesto que el proceso se podía prolongar tanto como se quisiera, decía Rumford, el calor no podía ser una sustancia material y por tanto debía retornarse a la hipótesis de que el calor es movimiento.

Vemos cómo en este pequeño episodio, tal como lo señalamos antes, se reestablece un nodo que había sido desechado: el calor como energía cinética interna de un cuerpo; se desecha un nodo y una relación: el calor como sustancia material y su conexión con el flogisto, se relaciona un nodo con otro: la cantidad de calor con la cantidad de trabajo.

Como hemos dicho, la forma como el conocimiento se construye en una comunidad científica, nos evoca la forma como un individuo construye el suyo; ello tendrá implicaciones a nivel de la enseñanza. En cuanto al tópico que estamos tratando, veremos que debe eliminarse el principio tácito que impide volver sobre un tema una vez que “ya se ha visto en clase”, un tema ya visto es como una especie de “caso juzgado” que no puede volverse a poner en cuestión y que sólo se vuelve a mencionar en el examen.

Cada nueva solución en ciencia da surgimiento a nuevas preguntas. Para retomar el ejemplo de la tabla periódica de Mendeleiev, este nuevo modelo daba respuesta, hemos dicho, a la pregunta sobre los rasgos comunes en cuanto a la forma de reaccionar de ciertos elementos con otros. Pero entonces surgía, entre otros, el problema de las casillas que quedaban vacías. Para Mendeleiev, recordemos, esas casillas correspondían a elementos que debían existir en la naturaleza pero que hasta el momento no se habían aislado.

Un primer problema, que surge en forma por demás evidente, es el de si en realidad estos elementos existen o si la clasificación que implica la tabla es errónea. Si se asume el riesgo de que la clasificación es adecuada, surge el problema de encontrar los elementos faltantes. Si nunca se encontrarán, la adecuación del modelo (la tabla en este caso), quedaría puesta en tela de juicio y lo mínimo que pasaría es que habría que hacerle algunas reformas.

Este proceso infinito de multiplicación de las preguntas que Popper llama “búsqueda sin término”, parece ser inherente a la naturaleza de la mente humana. Este proceso se ve claramente entorpecido por el régimen académico de la escuela; por decirlo en palabras muy llanas, después de las respuestas no vienen nuevas preguntas sino la calificación del profesor.

El estudiante responde preguntas que, a excepción de unas muy pocas ocasiones, él no se plantea y las responde con el fin de no ser descalificado. El problema del conocimiento queda relegado a un segundo plano. La respuesta no es en ningún momento un punto importante en la búsqueda de la verdad en donde se cierra un problema para posteriormente abrir muchos más que vuelven a desafiar al científico quien emprende el reto de responder a ellos.

Cada una de estas respuestas nos permite conocer el mundo de mejor manera en dos sentidos. El primero es que la respuesta nos muestra un nuevo atributo de un objeto, o nos permite establecer una nueva relación de él con otros objetos del mundo. El segundo sentido se refiere a que las nuevas preguntas que surgen en el momento de ofrecer una respuesta nos muestran de mejor manera la extensión de aquellos que aún desconocemos de ese mundo.

Si restringimos el valor de la respuesta a una condición necesaria para la calificación, la estamos apartando radicalmente de su verdadero sentido dentro de la construcción del conocimiento. Este alejamiento de la pregunta de su verdadero sentido, va acompañado de implicaciones emocionales muy serias que desembocan en el hecho de que los estudiantes en general terminan por tener una autoimagen en la que la posibilidad de verse como seres creativos dentro de cualquier campo de la ciencia, queda totalmente negada.

II. REFERENTE SOCIOLÓGICO

1. Contexto escolar

La escuela actual se concibe en una forma nueva, acorde con las nuevas concepciones de educación y de pedagogía. Para los propósitos de este documento, consideramos fundamental dejar expresas algunas de las ideas contempladas en el documento “Nuestra escuela un proyecto colectivo en construcción”.

“Ante la evidente crisis por la que atraviesa la sociedad colombiana la cual también se refleja en la educación, y por ende en la escuela, nos parece importante destacar que la escuela debe ser capaz de reasumir dicha crisis dando respuestas concretas a esa realidad que se vive. Esto significa que el aporte, que desde la educación podemos darle a la sociedad en crisis, es nuestra construcción alternativa de escuela. Nos compromete una escuela que juega un papel esencial en la construcción cultural, una escuela como proyecto cultural (Ministerio de Educación, 1988).

Muchas veces se identifica la escuela con la planta física, pero la escuela es ante todo comunidad educativa (educandos, educadores, padres de familia, directivos docentes, administradores...) que a su vez está inmersa en una comunidad más grande regulada por normas establecidas por ella misma bajo el marco orientador de la sociedad y el Estado.

La escuela es el espacio para aprender, comunicarnos, divertirnos, enseñar, crear, ver el mundo a través de los otros (niños, maestros, padres, comunidad), de los libros, de la experiencia compartida, y muchas cosas más que podamos agregar de acuerdo con nuestra práctica particular y grupal (Ministerio de Educación, 1988). “Entre las misiones de la escuela está la de construir, vivificar y consolidar valores y en general la cultura. La escuela aprovecha el conocimiento común y las experiencias previas de los alumnos para que éstos en un proceso de transformación vayan construyendo conocimiento científico. Por tanto, la escuela da acceso a los diferentes saberes para socializarlos y ponerlos al servicio de la comunidad.

Refiriéndose a la escuela, Bettelheim (1981) dice:

Es la filosofía y las actitudes del personal y no los objetos materiales y su distribución lo que determina y crea la vida que se desarrolla dentro del medio material de la escuela. La institución mejor proyectada no será buena si todo su plan y sus detalles no reflejan la filosofía y actitudes correctas. Los edificios son importantes, solamente cuando están dotados de significado humano y cuando adquieren sentido y dignidad como medio para vivir constructivamente. (Bettelheim, 1981).

El espacio escolar es el ambiente donde se enriquece nuestra formación como educadores y la de los niños. Pero ¿qué niños buscamos formar? ¿Cómo se configura la escuela para lograr ese niño que pretendemos formar? ¿Para qué sociedad? ¿Hay una búsqueda de un tipo de educación para la sociedad en que nos encontramos? ¿O tenemos en nuestra mente una sociedad distinta y para ella estamos impartiendo una determinada educación? (Ministerio de Educación, 1988). “Es necesario hacer un alto en el camino para reflexionar sobre nuestra escuela: ¿Qué es? ¿Hacia dónde se dirige? ¿Qué sentido adquiere allí la práctica docente? ¿Cuáles fines nos hemos propuesto? ¿Cómo preparamos en el presente aprovechando las experiencias de nuestro pasado histórico para planear un proyecto de vida que nos permita construir exitosamente el futuro? ¿Cómo formar los niños para ese mañana?

“Dudemos de lo que pasa en nuestra escuela aunque estemos convencidos de que ella marcha muy bien. A partir de la duda y su clarificación lograremos afianzar más el sentido que tiene nuestra práctica y nuestra escuela, llenaremos vacíos teóricos, y podremos decidir sobre nuestras acciones haciendo del quehacer docente una auténtica vivencia y práctica social.

¿Cuál es el valor de hacer un alto en el camino? Evitar que la práctica en la escuela sea una actividad sin reflexión sobre lo que se hace, cómo se hace y posibles alternativas a nuestro quehacer. También es reconocer que las actividades que desarrollamos día a día pueden volverse rutinarias y por tanto cansarnos y desmotivarse. Es decir, desterrar prácticas profundamente arraigadas planteando alternativas desde lo teórico y lo experimental.

”Valoremos entonces la importancia de reconocer que estamos buscando y para dónde nos dirigimos. Hagamos explícitas las razones que tenemos para haber asumido como nuestra esta tarea de educadores y pedagogos. Y unos con otros tratemos de mirar y decirnos por qué nuestro quehacer es importante y qué nos proponemos” (Ministerio de Educación, 1988).

1.1. La escuela como institución social y democrática

La escuela, en cuanto institución social y democrática, promueve y realiza participativamente actividades que propicien el mejoramiento y desarrollo personal, socio-cultural y ambiental.

El hombre a través de su historia y como producto de sus interacciones sociales, ha generado diferentes tipos de conocimiento (arte, ciencia, tecnología, etc.) que hacen parte del acervo cultural y del nivel de desarrollo de una nación.

El nivel de desarrollo de un país depende en gran parte de los avances científicos y tecnológicos. Según este nivel, es costumbre dividir los países en “desarrollados” y “en vía de desarrollo”. Por lo general, los primeros se caracterizan por ser creadores, productores de ciencia y tecnología, y los otros por ser consumidores de las mismas. Así pues, la teoría y la práctica de las ciencias influyen como factores de cambio a través del tiempo caracterizando la diversidad sociocultural de los pueblos.

La ciencia y la tecnología han estado dirigidas y utilizadas por diferentes grupos sociales que le han dado uso de acuerdo con sus intereses. Por una parte el propósito y valoración que tienen los científicos y tecnólogos de sus aportes para el bien social, es diferente al uso que hacen los dirigentes políticos o grupos con intereses económicos particulares. Este hecho causa muchas veces alteración en el orden social y natural. Por ejemplo, el conocimiento científico ha sido utilizado para producir armas que le permiten a los pueblos que las tienen, utilizarlas y dominar a otros que no las tienen.

El poder industrial ha generado a corto plazo gran progreso para la humanidad pero a largo plazo ha repercutido en perjuicios irreparables al medio natural. El hombre no ha llegado a una reflexión seria y colectiva sobre ciertas consecuencias nocivas que trae consigo la aplicación tecnológica puesto que no ha logrado conciliar las leyes sociales establecidas con las leyes de la naturaleza. Las leyes naturales están dadas en términos de niveles o sistemas de organización que determinan el equilibrio de los ecosistemas, de los cuales hace parte el hombre. ¿Qué ha hecho el hombre en toda la historia de su progreso tecnológico? Mediante la aplicación de la tecnología se ha llegado a poner en peligro la vida del planeta. Ahora bien, sólo de la reflexión racional y de la conciliación entre las leyes sociales, y de la adecuación y respeto hacia las leyes naturales, dependería la conservación de los ecosistemas y la supervivencia de la humanidad. El manejo desequilibrado de la ciencia y la tecnología también ha sido causante de injusticia social, puesto que muchos de sus beneficios llegan sólo a grupos privilegiados, dejando de lado a una gran parte de la población. La desigualdad social y cultural de los pueblos disminuirá progresivamente en la medida que tenga acceso a la ciencia y a la utilización racional de los avances científicos y tecnológicos, mediante los cuales se logran mejores condiciones de vida para la humanidad.

La política educativa, el currículo en general y la escuela como institución, no deben ser ajenas a la problemática social que generan la ciencia y la tecnología y su influencia en la cultura y en la sociedad. Por tal razón, la escuela debe tomar como insumo las relaciones que se dan entre ciencia, tecnología, sociedad, cultura y medio ambiente, con el fin de reflexionar no sólo sobre sus avances y uso, sino también sobre la formación y desarrollo de mentes creativas y sensibles a los problemas, lo cual incide en la calidad de vida del hombre y en el equilibrio natural del medio ambiente.

Otro propósito de la escuela es facilitar la comprensión científica y cultural de la tecnología desde un enfoque integral en el que en ella se aborde a partir de las interrelaciones implícitas en las diversas ciencias y desde diversas perspectivas (Ministerio de Educación, 1992). Los cambios sobre política educativa, económica y constitucional, mediante las cuales el país quiere hacer frente a su crisis social, ética y cultural, para dar paso a una perspectiva renovada hacia el siglo XXI, o si se quiere hacia el tercer milenio, hacen que la escuela revise el papel que le corresponde dentro del contexto social, como mediadora del pensamiento cultural que le es propio, y del pensamiento proveniente de otras culturas.

Evidentemente los métodos y tendencias epistemológicas usadas por la escuela al igual que el ritmo lento con que marcha, no responden a la realidad social configurada por los veloces cambios del conocimiento científico-técnico, filosófico, cultural y, lo que es más grave, no se relaciona en forma eficiente con el conocimiento de lo cotidiano. Esta falta de relación es precisamente lo que hemos llamado el olvido del Mundo de la Vida. ¿Qué significa que la escuela haga frente a la realidad socio-cultural? Significa que confronte los resultados de las tendencias epistemológicas y pedagógicas utilizadas hasta el momento por los docentes, frente a los resultados en términos de desarrollo cognitivo, socio-afectivo y cultural de los educandos. Necesariamente tienen que surgir nuevas alternativas que den respuesta a cambios sociales permanentes. Por una parte las investigaciones educativas realizadas en el campo de lo cognoscitivo, de lo pedagógico, de lo social y, por otra parte, las experiencias surgidas de la cotidianeidad, pueden ser la base para realizar varias reflexiones sobre posibles alternativas.

El pensamiento cultural surgido del conocimiento proveniente de diversas disciplinas científico-sociales y del conocimiento cotidiano (costumbres, hábitos, folclor, valores ciudadanos), conformarían el quehacer de la escuela. Uno de los aspectos negativos que se le atribuyen a la escuela es haber permanecido aislada y marginada del resto de la comunidad con códigos de comportamiento y significados completamente diferentes en cuanto a mecanismos y estrategias para que sus miembros adquieran hábitos y construyan conocimientos y valores ciudadanos.

De acuerdo con los diferentes planteamientos que se han hecho sobre políticas sociales y educativas del país, así como sobre la influencia y resultados de las diferentes tendencias en la enseñanza de las ciencias, surge la necesidad de un cambio en la estructura y organización del currículo de ciencias naturales que responda a los cambios y condiciones del país en su contexto nacional y con relación a otros países. Esto exige elaborar una nueva propuesta que integre diversos aspectos a intervenir en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

1.2. La formación de valores en la escuela

Son muchos los factores que influyen en la crisis de valores de nuestra sociedad actual. La principal causa que ha originado cambios significativos en las estructuras sociales es sin duda alguna el desarrollo científico y tecnológico del mundo moderno, el cual ha influido en el comportamiento del hombre y de la mujer, en cuanto que, por una parte, la tecnología novedosa y “útil” ofrece comodidad y reducción del trabajo físico. Por otra parte, el conocimiento científico y la igualdad de derechos entre el hombre y la mujer permitieron a esta última el ingreso a la universidad y le abrió las puertas del mercado de trabajo en diferentes campos.

Estos hechos han llevado a una reorganización familiar y social, lo cual ha permitido que el tiempo que antes era destinado para la transmisión de valores éticos y sociales a través de las relaciones afectivas en el seno familiar y social, sea cedido a otras personas o instituciones que influyen consciente e inconsciente -mente en la formación de la persona, estableciéndose todo tipo de relaciones afectivas positivas o nocivas. La acción de la escuela y la familia en la formación de valores se ve entonces contrarrestada, en buena parte, por los medios masivos de comunicación, por la cultura informal creada en corrillos juveniles y, en la mayoría de los casos, por personas inescrupulosas que aprovechan la inexperiencia de la juventud para lograr sus propios fines. Surgen entonces formas de comportamiento que riñen con los valores aceptados socialmente. Sin embargo, los valores éticos y sociales universales siguen siendo los mismos que los de generaciones anteriores; el problema está en que generalmente en nuestra sociedad actual en la práctica no se dan. El desconcierto de padres, educadores y comunidad en general es grande y el mecanismo empleado para inculcar valores es el de la prédica, la imposición de normas y la represión, antes que el buen ejemplo, el análisis y la práctica reflexiva.

Es difícil hoy que los jóvenes tengan oportunidades para asumir responsabilidades y de esta manera poder elaborar proyectos de vida propios, insertos en una sociedad violenta donde priman las decisiones verticales con largos períodos de escolarización inocua donde los niños leen que la democracia es participativa, pero a diario se ven sometidos a una disciplina tipo inquisidora, donde se niega la información y la formación político-democrática. Sin embargo, al poco tiempo se les exige actuar de acuerdo con lo leído cuando en la mayoría de las ocasiones la realidad para la cual se ha predicado no existe (Álvarez, 1991).

Hemos creído conveniente partir de algunos planteamientos e interrogantes que invitan al análisis reflexivo de la situación. Las alternativas y mecanismos de solución sobre la formación y desarrollo de la capacidad valorativa de niños y jóvenes, serán de responsabilidad de todos y cada uno, según sea el papel que les corresponda, dentro de las diferentes situaciones sociales a que estamos abocados. Desde el punto de vista educativo colombiano podemos ubicar el tratamiento del problema a partir de sencillos interrogantes, que ayudan a reflexionar sobre los mismos; por ejemplo: ¿De qué valores vamos a hablar y quién los determina? ¿Qué dice la Constitución? ¿Qué dice la Ley General de Educación? ¿Cómo está constituida la familia colombiana? ¿Cómo está constituida la sociedad en la producción y distribución de bienes y servicios? Pues éstas son las instituciones que defienden los valores mediante normas, leyes y estilos de vida social.

La primera institución comprometida es la familia quien a través del diario vivir mediante actitudes, ejemplo y hábitos permanentes va construyendo valores que se traducen en comportamiento de tipo social. La segunda institución comprometida es la escuela, responsable de reforzar, modificar o sustituir valores que trae el niño desde su hogar, además de construir otros implícitos dentro del proceso educativo. Otra institución que forma en valores

es la comunidad en general, de la cual hacen parte la escuela y la familia. La comunidad exige comportamientos valorativos necesarios para la convivencia de acuerdo con su organización. Pero es de la familia y de la escuela de quienes dependen en parte los comportamientos morales y ético-sociales de las personas que la conforman.

Es urgente que la familia, la escuela y las instituciones que forman parte de la comunidad revisen su estructura organizacional, para analizar y reflexionar sobre los comportamientos valorativos que se están dando en la cotidianeidad, para determinar la problemática que se deriva de aquellos que no contribuyen a un bien social, desde el punto de vista afectivo, moral y ético. Por eso se hace necesario que las instituciones se apoyen mutuamente y determinen cuáles son los comportamientos valorativos que deben regir, de acuerdo con sus objetivos. Por otra parte, la ciencia y la tecnología han creado y solucionado problemas; al respecto Popper (1967) plantea: Los valores surgen con los problemas, no pueden existir sin los problemas, ni los problemas pueden derivarse o extraerse de los hechos, a pesar de que, a menudo, tengan mucho que ver con ellos.

La formación de valores en el área de ciencias naturales y educación ambiental, como en cualquier otra área, no se puede desligar de lo afectivo y lo cognitivo. La comprensión del medio ambiente tanto social como natural, está acompañada por el desarrollo de afectos y la creación de actitudes valorativas. Esto conlleva a que el estudiante analice y se integre armónicamente a la naturaleza, configurándose así una ética fundamentada en el respeto a la vida y la responsabilidad en el uso de los recursos que ofrece el medio a las generaciones actuales y futuras.

1.3. La escuela y la dimensión ambiental

La escuela en cuanto sistema social y democrático, debe educar para que los individuos y las colectividades comprendan la naturaleza compleja del ambiente, resultante de la interacción de sus aspectos biológicos, físicos, químicos, sociales, económicos y culturales; construyan valores y actitudes positivas para el mejoramiento de las interacciones hombre-sociedad naturaleza, para un manejo adecuado de los recursos naturales y para que desarrollen las competencias básicas para resolver problemas ambientales.

Tanto el aula como la institución educativa y el sistema educativo en general, comparten las propiedades de cualquier sistema abierto y en especial, las propias de los socio-sistemas en interacción con los sistemas adyacentes. Tanto las ciencias naturales como las ciencias sociales tienen como objetos de estudio sistemas materiales, es decir, entidades reales, particulares y diversas en las cuales se pueden identificar dos características comunes la presencia de elementos interrelacionados y la conformación de una organización de esas interacciones, de manera que cada sistema funciona como un todo con identidad propia. A su vez, el ambiente se considera como una arquitectura de sistemas naturales y sociales que se intrincan unos con otros, se superponen y jerarquizan en diferentes niveles de organización, en un juego permanente de flujos, dependencias e intercambios, los cuales están influidos por las prácticas culturales aprendidas en la familia, en la escuela y en el medio social.

En el caso de la escuela, las interacciones entre las personas generan una organización social, es decir, un tipo de orden que hace de ella una institución singular, diferente a otras instituciones sociales, por cuanto tales interacciones conllevan interdependencia, actuación conjunta, asociación, combinación, entre otros, que determinan una organización y como

ocurre en la realidad educativa, le confieren un propósito. Tanto el concepto de escuela como el de ambiente poseen una naturaleza multidimensional, ante la cual surge la Educación Ambiental como un tipo de educación que tiene en cuenta, entre otros aspectos los objetivos y logros básicos en la educación ambiental, los cuales se formularon en la Conferencia de Tbilissi (1977) y son internacionalmente aceptados. Con algunos cambios menores, éstos son:

- Concientización: Para ayudar a personas y grupos sociales a tener conciencia y sensibilizarse con el ambiente total y sus problemas conexos.
- Conocimiento: Para ayudar a personas y grupos sociales a tener una serie de experiencias y apropiarse de un conocimiento básico del ambiente y sus problemas asociados.
- Valores, actitudes y comportamientos: Para ayudar a personas y grupos sociales a construir un conjunto de valores y preocupaciones por el ambiente y motivar a la participación activa en el mejoramiento y protección del mismo.
- Competencia: Para ayudar a personas y grupos sociales a desarrollar las competencias necesarias para identificar, anticipar y resolver problemas ambientales.
- Participación: Para dar a las personas y grupos sociales la oportunidad de implicarse activamente en todas las actividades encaminadas a solucionar problemas ambientales.

La escuela, tal como lo dispone el decreto 1743/94 “que instituye la educación ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente”, debe diseñar y desarrollar proyectos ambientales escolares (PRAES) que comprometan la participación de la familia, la escuela y la comunidad, bajo la perspectiva de la construcción de una nueva ética y en consecuencia, de posibilitar un cambio de actitudes y la práctica de nuevos comportamientos en las relaciones dinámicas del hombre con la naturaleza y la sociedad dentro de un contexto cultural. En conclusión, debe ejercitar en la reflexión crítica respecto a comportamientos hombre-naturaleza-ciencia -tecnología-sociedad.

- El encadenamiento de causas y efectos: Los problemas ambientales no son independientes ni aislados. Son siempre consecuencias de otras acciones cuyos orígenes obedecen a otros contextos, circunstancias, regiones e intereses. Así pues, todo proyecto de educación ambiental debe identificar y explicitar la cadena de causas y efectos que conllevan y conducen a situaciones de degradación o de mejora del medio.
- La integración e interdisciplinariedad: Los problemas ambientales son complejos; su abordaje en consecuencia, debe hacerse desde la perspectiva de múltiples disciplinas. En la educación básica y media los problemas ambientales deben tratarse no sólo desde la biología, la química, la física o la ecología, sino también desde la ética, la economía, la política, la historia, la geografía... intentando siempre construir marcos de referencia integrales, producto de la hibridación entre las ciencias. Esto quiere decir que la educación ambiental no solo debe considerarse ligada a las ciencias naturales, como una asignatura o un área obligatoria y fundamental del plan de estudios según el artículo 23 de la Ley General de Educación, sino que el currículo como un todo, debe asumir la educación ambiental con un enfoque integrado e interdisciplinar, basado en proyectos de acción conjunta como lo establece el artículo 14 de la misma Ley General de Educación. Sin embargo, hay que aclarar que dada la naturaleza del área de ciencias naturales, ésta debe asumir la educación ambiental como la columna vertebral que articula y posibilita la construcción del conocimiento a través del estudio de nuestra realidad ambiental, por lo menos durante toda la educación básica (primaria y secundaria).

Igualmente, la educación en ciencias naturales y educación ambiental debe proyectarse hacia la comprensión de la salud, como forma de vida, de comportamiento armónico consigo mismo, con la sociedad y con la naturaleza, de ahí que las ciencias naturales deban proyectar no sólo una visión biologista del concepto salud-enfermedad sino que debe formar y educar sobre una concepción integral del ser humano y su entorno. Toda la comunidad educativa en los procesos de enseñanza y de aprendizaje debe interrelacionarse con los diferentes saberes que cada uno tiene de su posición frente al mundo y a la vida. Esta posición constituye un indicador fundamental en el proceso permanente de la búsqueda de la salud.

- El sentido holístico y la aproximación sistémica: Aunque la educación ambiental debe partir del conocimiento del entorno inmediato, debe igualmente mostrar con toda claridad las interdependencias económicas, políticas, tecnológicas, etc., del mundo moderno, en el que las decisiones y comportamientos de los diversos países, pueden tener consecuencias de alcance internacional, pues la relación y la interdependencia hacen que situaciones próximas a nosotros tengan sus orígenes, en muchos casos, en problemáticas que se encuentran muy distantes. En resumen, aunque en un momento dado haya acciones y soluciones locales o regionales, la Educación ambiental debe abordarse con una mentalidad globalista y universal, por cuanto no se trata de salvar únicamente nuestro ambiente inmediato sino el planeta en que habitamos.

Teniendo en cuenta lo anterior, “el sistema ambiental se puede entender como un conjunto de relaciones en el que la cultura es mediadora, a diferentes niveles, entre el sistema natural y el sistema social. En consecuencia, el análisis de la problemática ambiental debe hacerse local, regional, nacional e internacionalmente, de acuerdo con el nivel de complejidad del problema que se esté abordando y teniendo en cuenta la dinámica cultural propia de las diversas comunidades, para que las alternativas de solución tengan validez y se hagan viables.

Es por esto que para entender el funcionamiento del ambiente, se hace necesaria una aproximación sistémica en donde el todo dé cuenta de las partes y cada una de ellas dé cuenta del todo (Ministerio de Educación Nacional 1995). El concepto de sistema, asociado al de proceso, se complementa con lo expuesto al respecto en el apartado de Logros e Indicadores de Logros.

- La concertación interinstitucional e inter-cultural: Para que la escuela pueda cumplir su propósito de “educar para conocer y manejar racionalmente la naturaleza”, es necesario que se apoye en las demás instituciones, programas, organizaciones y grupos de investigación, con el fin de que la educación ambiental sea asumida como un compromiso de todos sin distinciones de status, etnias, profesiones, oficios, actividades económicas o productivas, etc. Así, los individuos y las comunidades “comprenderán a través de todo el proceso educativo la manera como se articulan las organizaciones sociales dentro de su medio ambiente y la manera como lo transforman en los procesos de creación cultural” (Colom, et al., 1981).
- La construcción de una nueva ética: Sustentada principalmente en unas nuevas relaciones hombre-naturaleza ciencia-tecnología- sociedad. La naturaleza debe considerarse como un bien y un valor por cuanto representa efectivamente un capital natural, considerado éste en términos de recurso natural y capacidad de vertimiento (capacidad del ecosistema para absorber desechos). Ese bien (la naturaleza), aunque limitado, es de un valor inestimable, dada nuestra gran biodiversidad y potencial genético, lo cual implica que el hombre debe pensar y repensar la calidad de sus relaciones con el medio, lo que a su vez implica el ejercicio de un sistema de principios

según el cual se rigen sus formas de vivir socialmente y de actuar culturalmente en la naturaleza.

Así planteados los parámetros de la educación ambiental, la escuela debe aunar esfuerzos para hacer realidad lo planteado al respecto en la Ley General de Educación que a su vez interpreta los principios consagrados en la Constitución Política Nacional (Presidencia de la República, 1991), en lo que compete al sector educativo.

Vale entonces la pena preguntar qué tipos de escuela y de maestros se requieren para llevar a cabo los propósitos expresados anteriormente. El Ministerio de Educación ha venido proponiendo desde 1988 un nuevo enfoque y es convertir cada escuela en un verdadero proyecto de desarrollo educativo-cultural, cuya filosofía puede resumirse así:

- La escuela debe asumir una nueva concepción filosófica y una nueva práctica pedagógica y didáctica.
- Cada escuela debe ser autogestionada.
- La escuela debe comprometerse con el rescate de las tradiciones, costumbres e historia de cada comunidad para la consolidación de una identidad nacional respetando nuestro carácter multiétnico y pluricultural.
- La escuela debe trabajar por Proyectos Educativos Institucionales –PEI– que elabora con la comunidad y para su beneficio.
- La escuela debe indagar la realidad (natural y sociocultural) para mejorarla, utilizando el proceso investigativo.
- La escuela se erige sobre bases democráticas, sin distinción de sexos, credos, razas, etc., compartiendo el “poder” y la “autoridad” a través del gobierno escolar.
- La escuela debe formar alumnos reflexivos, independientes, críticos y autocríticos, y debe proyectar su acción educativo-cultural a la comunidad (Ministerio de Educación, 1988a). Pero esta nueva escuela colombiana sólo puede construirse con maestros colombianos, cada uno de los cuales debe constituirse en un verdadero gestor del cambio. “La escuela vale lo que valen sus maestros” dice un antiguo adagio pedagógico y para asumir su nuevo rol y revalorizar la escuela, se requiere de maestros:
 - Formadores en procesos de pensamiento y acción y en valores ciudadanos;
 - Investigadores y animadores del proceso educativo y líderes puente entre los diversos sectores con que se puede relacionar la escuela;
 - Personalizadores y humanizadores del proceso educativo, a través de la práctica de metodologías centradas en el alumno, para el alumno, por el alumno y dentro de su contexto;
 - Animadores culturales en el ámbito escolar, en la comunidad a la cual pertenece la escuela y en la sociedad global;
 - Promotores de la preservación, mejoramiento y desarrollo ambiental y precursores de una nueva ética en las relaciones hombre-naturaleza-sociedad;
 - Auto evaluadores de su acción educativa y
 - Vivificadores de la ética profesional del educador. (Ministerio de Educación, 1988a).

A la escuela como institución social y democrática que presta el servicio público de la educación, le compete el deber de formar para que los niños, jóvenes y futuros ciudadanos contribuyan al proceso de construcción de un desarrollo humano sostenible que responda a las necesidades de la diversidad tanto natural como social y cultural buscando siempre mejorar la calidad de vida para todos los habitantes del país.

Por mucho tiempo se ha hablado simplemente de desarrollo, refiriendo este término exclusivamente a aspectos económicos, por cuanto el énfasis se ha puesto en el crecimiento del producto, en la capacidad de ahorro y en el volumen de la inversión, razón por la cual, el objetivo del desarrollo se percibía como la creación de la riqueza. Hoy día se habla otro idioma. En 1980, un grupo de agencias de las Naciones Unidas, introduce el concepto de desarrollo sostenible, el cual fue recogido y explicado en 1987 por la Comisión Mundial del Medio Ambiente, pero desde 1990 se privilegia el concepto de desarrollo humano, el cual evoluciona cinco años más tarde hacia el concepto de desarrollo humano sostenible.

En sus versiones iniciales simplemente se expresaba que para que el desarrollo fuera sostenible, o mejor, sustentable, debía de satisfacer las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. Un documento más reciente avanza diciendo que el desarrollo es la vía que el pueblo utiliza para satisfacer sus necesidades y mejorar sus vidas. El desarrollo sustentable es un proceso de mejoría económica y social, que satisface las necesidades y valores de todos los grupos interesados manteniendo las opciones futuras y conservando los recursos naturales y la diversidad. Es un concepto complejo que incorpora los siguientes principios:

- La sostenibilidad ecológica exige que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos, la diversidad biológica y los recursos biológicos.
- La sostenibilidad social exige que el desarrollo aumente el control que la gente tiene sobre sus vidas y que se mantenga y fortalezca la identidad de la comunidad.
- La sostenibilidad cultural exige que el desarrollo sea compatible con la cultura y los valores de los pueblos afectados.
- La sostenibilidad económica exige que el desarrollo sea económicamente eficiente y que sea equitativo dentro y entre generaciones.

Por su parte, el desarrollo humano es entendido como la expansión de las capacidades de las personas para que construyan vidas más satisfactorias para sí mismas y para las futuras generaciones, y contribuyan así de manera más positiva al desarrollo de la sociedad en su conjunto. Implica desarrollar la capacidad de la sociedad para identificar, concertar y solucionar, con el menor costo social y económico, los problemas que se le presenten con el paso del tiempo. Bajo esta nueva concepción, las personas y no sólo el crecimiento económico pasa a ser el centro del problema. El crecimiento económico deja de ser el fin último y se transforma en medio, en instrumento, en camino para llegar a una meta y no en una meta en sí misma. Se busca entonces que el hombre deje de estar al servicio de la economía y que la economía pase a estar al servicio del hombre. No es que el crecimiento económico, el ahorro y la inversión dejen de tener importancia, sino ellos deben estar al servicio de la sociedad, pues si bien el crecimiento económico es imprescindible, no es en sí mismo suficiente para garantizar el bienestar de una nación. En consecuencia, el énfasis debe hacerse en el aumento de oportunidades para que los hombres, las mujeres, los jóvenes y los niños desarrollen sus potencialidades, ampliando de esta manera su capacidad de participar activa y efectivamente en las decisiones que les afecten.

Las normas y documentos oficiales del Ministerio de Educación propenden por el desarrollo integral humano en sus distintas dimensiones y potencialidades: cognitiva y metacognitiva, comunicativa, experiencia y expresión estética, valorativa y actitudinal, en concordancia con lo establecido en el primer fin del artículo 5º de la Ley 115/94 que le asigna a la educación el pleno desarrollo de la personalidad dentro de un proceso de formación integral, física, psíquica, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica y demás valores humanos (Ministerio de Educación Nacional 1995). Después de hacer curso el concepto de desarrollo

sostenible bajo la influencia del movimiento mundial en favor del ambiente, se desarrolla el concepto de desarrollo humano, como ya lo hemos expresado. Poco tiempo se necesitó para que ambos conceptos, uno que calificaba el desarrollo con respecto a la persona y el otro que lo calificaba en relación con el ambiente, evolucionaran hacia una síntesis que es el concepto actual de desarrollo humano sostenible.

Como puede apreciarse, la síntesis conceptual actual alrededor del desarrollo humano sostenible ha avanzado con la reintroducción del concepto de valores al mismo tiempo que el de necesidades abriendo así un horizonte más amplio en el conjunto de objetivos humanos. En pocas palabras, el desarrollo humano sostenible nos habla de que no podemos estar de acuerdo con cualquier tipo de desarrollo sino que tenemos que asegurar que el desarrollo sea humano, pero que además no puede ser de cualquier tipo, sino un tipo de desarrollo humano que reparta con justicia distributiva, los frutos del desarrollo entre los grupos de la sociedad hoy en día (intrageneracional), que tenga en cuenta la variable ecológica, la diversidad natural y cultural, viva en concierto con la naturaleza y pensando en las futuras generaciones (intergeneracional). En concordancia con esta concepción, la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo (Vasco, et al.1994), señala la necesidad de que el desarrollo humano tenga tres características fundamentales: que sea integral, equitativo y sostenible. Cabe resaltar dos aspectos importantes con relación al nuevo concepto:

El primero, es que no nos podemos escudar en la protección de las generaciones futuras para no actuar, en forma decisiva y de inmediato, en la protección de aquella parte tan importante de la generación actual que no recibe la parte justa de los beneficios del desarrollo. En otras palabras, el modelo no puede pretender ser justo en lo intergeneracional si no es justo en lo intra generacional, lo cual confirma Robert Solow cuando dice: “las presentes y futuras generaciones tienen derecho a que se les garanticen óptimas condiciones de bienestar”.

El segundo aspecto, es que en este tema del desarrollo humano sostenible, al igual que en el tema de la pobreza, se necesita una intervención explícita tanto del Estado como de las organizaciones de la sociedad civil, ya que la unión de esfuerzos permitirá la asignación de recursos para lograr los objetivos deseados, en términos de equidad. A la escuela, como organización social que presta el servicio público de la educación, le corresponde formar el capital humano y social para tomar decisiones acordes con las dinámicas del contexto.

En la legislación colombiana, el artículo 3º de la Ley 99 de 1993, mediante el cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, establece que “se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca el crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y el bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades ”.

La escuela como institución social y democrática debe propender porque las personas, colectividades y organizaciones sociales y del Estado cumplan y hagan cumplir los mandatos de la Constitución Política, especialmente los referentes al ambiente y los recursos naturales del país. La Carta de 1991 otorga atención especial a los asuntos relacionados con el ambiente ya sea dándole una connotación globalizada o refiriéndose a algunos de sus componentes. Es así como de los 380 artículos de que consta, 35 son dedicados a las cuestiones ambientales, siendo el artículo 8 º el primero en tocar el tema y el 366 el último. Por razones metodológicas, hacemos el análisis de dicho articulado desde los siguientes tópicos: educación; ambiente y calidad de vida, recursos naturales y ecología; desarrollo sostenible; gestión y manejo ambiental.

Artículos referentes a educación

La Constitución señala explícitamente este tema en los artículos 67 y 79. El artículo 67 establece que “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” y el artículo 79 establece que “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”. Por tanto, corresponde al servicio educativo, construir y desarrollar una pedagogía para promulgar, apropiarse y hacer vivir la Constitución, tal como lo propuso la Asamblea Nacional Constituyente.

Artículos referentes al ambiente y calidad de vida

El capítulo 3º del título II de la Constitución está dedicado a los derechos colectivos y del ambiente y constituye por tanto la columna vertebral de la política ambiental. Se destaca el artículo 79 que establece que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano” y exalta la participación como principio y objetivo de la educación ambiental y como característica de la democracia al establecer que “la Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo” (al ambiente). El artículo 88 establece que “la ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella” con lo cual, este artículo además de relacionarse con el tema ambiental, da pautas para la gestión y manejo ambiental. En el artículo 95, al establecer los deberes de la persona y del ciudadano, dice que “toda persona está obligada a cumplir la Constitución y las leyes” y en consecuencia, el numeral 8 ordena a toda persona “proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano”.

El artículo 268 le da atribución al Contralor General de la República para “presentar al Congreso un informe anual sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente”. El artículo 289 establece que “por mandato de la Ley, los departamentos y municipios ubicados en zonas fronterizas podrán adelantar directamente con la entidad territorial limítrofe del país vecino, de igual nivel, programas de cooperación e integración, dirigidos a fomentar el desarrollo comunitario, la prestación de servicios públicos y la preservación del ambiente”. Finalmente, los artículos 333 y 334 relacionan la economía con el ambiente al establecer el 333 que “la ley delimitará el alcance de la libertad económica cuando así lo exijan el interés social, el ambiente y el patrimonio cultural de la nación”, en tanto que el 334 dice que “la dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Éste intervendrá por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, y la preservación de un ambiente sano”.

Artículos referentes a los recursos naturales y ecología

Uno de los avances más grandes logrados en la Constitución actual está contenido en el artículo 58 que establece que “la propiedad es una función social que implica obligaciones. Como tal, le es inherente una función ecológica”, lo cual quiere decir que todo predio rural o urbano, construcción u obra de urbanismo debe garantizar que respetará el equilibrio de la naturaleza para lo cual debe controlar el uso de plaguicidas, fungicidas, desechos tóxicos, basuras, etc., con el fin de garantizar el derecho de toda persona de gozar de un ambiente sano, como lo establece el artículo 79 ya comentado anteriormente y de cumplir con el deber preceptuado en el numeral 8 del artículo 95 ya relacionado. Los artículos 63 y 79 incluyen en la Constitución los conceptos de “parques naturales” y otras áreas de manejo especial por su importancia ecológica o como bien público. El artículo 215 establece la posibilidad de declarar el Estado de Emergencia cuando sobrevengan hechos “que perturben o amenacen perturbar en forma grave e inminente el orden económico, social y ecológico del país”. Finalmente, el artículo 332 establece que “el Estado es el propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables” como petróleo, minas, gas natural; y el artículo 360 establece que “la ley determinará las condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables así como los derechos de las entidades territoriales sobre los mismos”.

Artículos referentes al desarrollo sostenible

Aunque sólo dos artículos hacen referencia a este concepto, no hay duda que se debe trabajar para el logro de este propósito. Por su parte, el artículo 80 se enfoca alrededor del “manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar el desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”. A pesar de que en este artículo el desarrollo sostenible sólo se restringe a los recursos naturales, en el artículo 334 se complementa el concepto al establecer que el Estado intervendrá “en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano”. Como puede apreciarse, estas ideas son concordantes con el concepto de desarrollo humano sostenible que hemos explicado en el supuesto anterior.

Artículos referentes a gestión y manejo ambiental

Bajo este tópico se consideran todos aquellos artículos que en una u otra forma contemplan estrategias para la gestión ambiental como la apropiación, la participación, la descentralización, la intervención, la universalización y la internacionalización, como también, aquellos artículos que contemplan instrumentos de manejo de los recursos naturales y el ambiente, como la información, la educación, acción popular, control de movilización, defensa administrativa, ordenamiento, Estado de Emergencia, manejo indígena, financiación por regalías, impuesto territorial o por prioridad del gasto social y creación de entidades regionales especializadas. Así, el artículo 8º establece, en primer término, que “es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación”. La universalización de los servicios públicos está contemplada en el artículo 49 al establecer que “la atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.

Corresponde al Estado, organizar, dirigir y reglamentar la prestación de los servicios de salud a los habitantes y de saneamiento ambiental conforme a los principios de eficiencia,

universalidad y solidaridad". Más adelante, la misma Constitución fundamenta el cumplimiento de este mandato al dar prioridad al gasto social y al establecer en el artículo 366 que "el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado" entre sus objetivos fundamentales figura el saneamiento ambiental y dice que "el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación". El artículo 66 dice que ante las "calamidades ambientales" habrá "condiciones especiales de crédito agropecuario". Los artículos 78 y 82 articulan el pensamiento ambientalista con los problemas del consumismo y la planificación urbana. El artículo 79 promueve, como ya se dijo, la participación comunitaria en las decisiones que puedan afectarlo y en el artículo 340 se le otorga participación al "sector ecológico" en el Consejo Nacional de Planeación.

La internacionalización de la gestión ambiental colombiana se explicita en el artículo 80: El Estado "cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas" y en el 226: "El Estado promoverá la internacionalización de las relaciones políticas, económicas, sociales y ecológicas sobre las bases de equidad, reciprocidad y conveniencia nacional". El artículo 81 prohíbe "la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos" con lo cual, Colombia se coloca a la vanguardia en la lucha mundial contra los procesos de contaminación internacional. Además, al establecer que "el Estado regulará el ingreso al país y la salida de él de los recursos gen-éticos" protege nuestra biodiversidad y abre paso al desarrollo biotecnológico, ya que Colombia es considerada como uno de los mejores bancos genéticos del mundo. Según el artículo 88 la ley regulará las acciones populares para proteger los derechos e intereses colectivos relacionados con la salubridad pública y el ambiente. Se puede declarar el Estado de

Emergencia cuando se den las circunstancias expuestas en el artículo 215. Hace parte de la gestión fiscal del Estado, la valoración de los costos ambientales, según lo preceptuado en el artículo 267.

La descentralización constitucional de la gestión ambiental está explícita; además del artículo 289, en el artículo 300 al determinar que las asambleas departamentales pueden expedir disposiciones relacionadas con el ambiente y en el 313 al determinar que los concejos deben reglamentar los usos del suelo y dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico del municipio y a su vez, al alcalde municipal le cabe la atribución según el numeral 1 del artículo 315, de cumplir y hacer cumplir, entre otra normas, los acuerdos del Concejo. También el artículo 330 hace posible que los territorios indígenas sean gobernados por Consejos conformados y reglamentados según los usos y costumbres de sus comunidades y entre sus funciones están la de velar por los usos del suelo y por la preservación de los recursos naturales.

El artículo 310 establece que para el caso de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, mediante ley, se podrá "limitar el ejercicio de circulación y residencia, establecer controles a la densidad de la población, regular el uso del suelo y preservar el ambiente y los recursos naturales del archipiélago". Varios artículos abren las puertas para financiar la gestión ambiental. El 317 ordena que un porcentaje de los gravámenes a la propiedad inmueble se destinen a las entidades encargadas del manejo y conservación del ambiente y de los recursos naturales renovables, y el 361 permite que del Fondo Nacional de Regalías se utilicen recursos para la preservación del ambiente.

El avance en la organización administrativa de la gestión ambiental del Estado quedó plasmado en el artículo 331 que creó la Cooperación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena, encargada, entre otras cosas, del "aprovechamiento y preservación del ambiente, los recursos ictiológicos y demás recursos naturales renovables". Finalmente, la

intervención estatal en el manejo del ambiente y de los recursos naturales, está expresada en forma muy amplia en el artículo 334 ya comentado y reforzado con el artículo 339 que establece que habrá un Plan Nacional de Desarrollo el cual debe contemplar la “política ambiental” que será adoptada por el gobierno, con lo cual hay que reconocer que Colombia se educa como país abanderado en el uso de este instrumento de planificación.

1.4. Escuela salud y aprendizaje

El estudiante como razón de ser de la escuela y como ser psicobiológico y social interactúa con su medio ambiente. De esta interrelación depende, en gran parte, su aprendizaje, su salud y su calidad de vida. El educando es un ser psicobiológico y social y su capacidad de aprendizaje depende del medio social, de las condiciones que le brindan la escuela y la familia, de su estado de salud física, psíquica y genética.

El aprendizaje del alumno puede afectarse si presenta una etiología genética, ambiental, nutricional, traumática o infecciosa que cuando ocurre en los primeros años de vida afecta el desarrollo normal del sistema nervioso central. Es por ello evidente la estrecha relación que existe entre ambiente, buena salud y aprendizaje efectivo. Algunas de estas variaciones provienen de características genéticas; otras del estado nutricional y de salud física, y otras de las respuestas del niño a sus experiencias sociales, intelectuales y emocionales. La amplia gama de características normales debe ser recordada cuando se evalúa un niño individualmente.

El educador debe saber que algunas variables de comportamiento en el niño son normales y que la rotulación o manejo de problemas inapropiados de conductas normales puede crear problemas. Una experiencia escolar inicial marcada por fallas y desagradados puede ser seguida por desánimo, desinterés y fallas en el futuro.

1.5. La escuela y el currículo

Si la escuela es autónoma para elaborar y llevar a cabo participativamente su propio Proyecto Educativo Institucional (PEI), entonces el currículo debe responder a los problemas, intereses, necesidades y aspiraciones del alumno y la comunidad y a la política educativa nacional.

El ambiente escolar es uno de los factores que interviene en la formación del alumno por cuanto la escuela es la institución en donde se sistematiza, organiza y administra el proceso curricular y es allí donde el ambiente tiene que ser favorable para el aprendizaje. En cuanto los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias naturales y de la educación ambiental, los estudiantes deben trabajar en un ambiente en donde claramente se establezca y se comprenda el papel de la ciencia y el desarrollo tecnológico, al igual que se desarrolle una actitud de responsabilidad hacia el medio ambiente. El proceso de administración del currículo puede darse en tres niveles; uno es organizando y vivenciando actividades de interés científico y tecnológico en donde participe toda la comunidad educativa. Esto requiere la participación entusiasta de investigadores y especialistas en las distintas ramas o disciplinas de las ciencias y la tecnología a través de entrevistas, charlas, orientación en un tema específico, etc.; de la participación de los estudiantes en investigaciones y en la elaboración de trabajos que pueden ser de interés general. La feria de la ciencia (Expociencia Juvenil) y los grupos de trabajo ambiental son buen ejemplo para ilustrar este tipo de actividades.

Otro nivel de organización es donde mancomunadamente se pueden desarrollar actividades de tipo intra e interinstitucional (inter-colegiados) de carácter científico, tecnológico y ambiental. Un nivel más de organización del currículo en relación con el área, hace referencia a la administración y desarrollo de proyectos pedagógicos de ciencias naturales y educación ambiental en cada grado educativo. Implica organizar las actividades y eventos previendo el tiempo y la especificidad de la actividad (cronograma de trabajo). La organización escolar implica que la comunidad educativa haya llegado a un consenso en cuanto a los grandes logros educativos que se desean alcanzar, además de establecer un “clima propicio para el aprendizaje”. Esto quiere decir que la escuela debe organizar y facilitar el aprendizaje del estudiante ayudándole a abordar problemas de interés, realizando seguimiento a las actividades emprendidas por él, facilitando así su autonomía y creatividad y orientándose en la búsqueda de información (bibliografía, centros de documentación, especialistas y prácticos, investigadores, laboratorios, etc.).

Dentro de los lineamientos dados por la Ley General de Educación, se mencionan como aspectos fundamentales de orientación, la autonomía y construcción social del currículo a partir del diagnóstico o estudio situacional, para que la escuela diseñe, organice y desarrolle su propio currículo surgido de la realidad. La construcción participativa y la pertinencia del currículo en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental tiene que ver con la organización escolar, con las pre concepciones (o esquemas conceptuales) de los estudiantes, así como con el diagnóstico o estudio riguroso permanente del contexto natural y sociocultural, regional y local donde se lleva a cabo la acción educativa.

El estudio del medio incluye conocer la localidad y la región (lo cotidiano del estudiante) analizado dentro del contexto nacional e internacional. Algunos de los elementos que se deben considerar en el estudio pueden ser en términos generales, los correspondientes a la riqueza regional en cuanto recursos naturales (parques naturales, riqueza hídrica, minera), en cuanto al desarrollo económico que depende directa o indirectamente de los recursos que ofrece el medio (ejemplos: explotación agrícola y ganadera, explotación minera, explotación de los recursos marinos, etc.), igualmente es necesario que el estudio esté contextualizado dentro de la dinámica social y cultural, específicamente en relación con la tecnología y sus impactos.

Por otro lado es necesario precisar el tipo de investigaciones científicas y de aplicación tecnológica que se llevan a cabo en el ámbito local, regional y nacional y su relación con el desarrollo socio-cultural y económico.

Una vez hecho el estudio-inventario sobre los recursos naturales y niveles socioeconómicos y técnico-científicos existentes y la población humana, es importante que la escuela identifique la problemática objeto de estudio, resultado de la relación hombre-naturaleza-ciencia-tecnología y sociedad. La problemática a identificar puede estar relacionada con el impacto científico-tecnológico en el medio natural, y con la calidad de vida del hombre, la cual hace referencia a la salubridad ambiental pública e individual; sus causas y consecuencias deben ser tenidas en cuenta.

Del conocimiento del medio y de la problemática ambiental surge la necesidad de utilizar estrategias metodológicas tales como el trabajo por proyectos pedagógicos y el tratamiento de problemas. Al identificar, analizar y tratar de solucionar problemas entran a participar integradamente y/o interdisciplinariamente las diferentes áreas del conocimiento por cuanto ni una sola disciplina ni una sola área pueden abordar satisfactoriamente un problema debido a que éstos en su gran parte son multidimensionales. Algunas orientaciones para la integración en el diseño y desarrollo curricular (Ministerio de Educación,1983) han sido elaboradas a

través de un trabajo colectivo en el que participaron diferentes estamentos de la comunidad educativa.

En la educación básica primaria, sobre todo en los tres primeros grados, el desarrollo curricular se orienta hacia una máxima integración, teniendo como punto de partida los recursos naturales y en general, el medio ambiente. En la básica secundaria se trabaja alrededor de proyectos participativos, de interés general, que surgen de la problemática ambiental. Su planteamiento y desarrollo implican integración e interdisciplinariedad al interior del área de ciencias naturales y educación ambiental y con otras áreas del currículo. En la educación media se proyecta el desarrollo curricular del área, a nivel disciplinar (física, química) pero sin perder el horizonte de la integración y la interdisciplinariedad ya que habrá necesidad de tener en cuenta la biología, la educación ambiental, la geoquímica, la fisicoquímica, etc., en determinados momentos. Las instituciones educativas podrán organizar la programación de tal manera que los estudiantes puedan intensificar en ciencias naturales, educación ambiental, ecología y otros campos como lo establecen los artículos 31 y 32 de la Ley General de Educación.

III. REFERENTE PSICO-COGNITIVO

1. La construcción del pensamiento científico

Si se analizan exhaustivamente los fines de la educación podemos concluir que la educación en ciencias y en tecnología tiene como finalidad central el desarrollo del pensamiento científico, como herramienta clave para desempeñarse con éxito en un mundo fuertemente impregnado por la ciencia y la tecnología.

Existen diversos trabajos acerca de cómo las personas construimos nuestros conocimientos científicos. Fundamentándose en estos trabajos planteamos la hipótesis de que el desarrollo del pensamiento científico puede ser dividido en tres grandes períodos llamados: período pre-teórico, período teórico restringido y período teórico holístico. A lo largo de estos períodos se puede construir pensamiento científico, si como educadores desencadenamos y fortalecemos ciertos procesos formativos en los estudiantes; pero antes de explicitar ciertos procesos, veamos en qué consiste cada uno de ellos:

1. Período pre-teórico

En este período se pueden distinguir dos etapas. En la primera, que podemos llamarla de confusión entre descripción y explicación, el estudiante es capaz de hacer descripciones de objetos y sucesos, pero no es capaz de distinguir la descripción de un suceso de su explicación. En la segunda etapa, el estudiante es capaz de distinguir las explicaciones de las descripciones y hace explicaciones subjetivas: explica un suceso mostrándolo como un caso particular de una relación general. Esta etapa se denomina como etapa de las explicaciones subjetivas.

2. Período teórico restringido

Este período se compone de una etapa en la que el estudiante hace explicaciones acudiendo a conceptos teóricos y a relaciones entre leyes interconectadas lógicamente. Pero estas explicaciones se mantienen restringidas al campo relativo al fenómeno explicado.

3. Período teórico holístico

Este período se compone de dos etapas. La primera llamada de las explicaciones generales en la que el estudiante es capaz de hacer explicaciones acudiendo a conceptos teóricos y a relaciones entre leyes interconectadas lógicamente, sin restringirse, como en el período anterior, a las relaciones dentro del campo del fenómeno explicado, sino por el contrario con la capacidad de establecer relaciones entre este campo y otros campos dentro de la disciplina, mostrando la capacidad de integrar el conocimiento disciplinar mediante una teoría general (una teoría física o biológica, por ejemplo). La segunda etapa llamada de las explicaciones generales holísticas se caracteriza por la capacidad que tienen los estudiantes de esta etapa de hacer explicaciones generales como las de la primera etapa de este período, pero además son capaces de establecer relaciones entre las diversas teorías generales disciplinares (entre la física y la química, y la biología y la ecología) conformando así una gran teoría holística sobre el mundo de lo natural que se puede integrar con una teoría holística sobre lo social permitiéndole así tener una cosmovisión gracias a la cual puede situarse a sí mismo en su mundo en el contexto de un proyecto personal de vida.

2. Los procesos de pensamiento y acción

Cuando un niño se enfrenta a un fenómeno o un problema nuevo lo hace desde su perspectiva: desde el sistema de conocimientos que ha podido construir hasta el momento. En otras palabras, gracias a un conjunto de conocimientos relacionados entre sí mediante una cierta lógica, el niño, al igual que la persona adulta, aborda lo nuevo desde el punto de vista que este conocimiento le determina. Esta perspectiva posibilita, entre otras cosas, una cierta cantidad de expectativas acerca de lo nuevo. El niño (y la persona adulta también) actúa sobre lo nuevo orientado por estas expectativas: lanza hipótesis, asume que si hace esto o lo otro obtendrá tal o cual resultado, o que se observarán tales o tales otros cambios en un determinado tiempo.

Estas expectativas pueden corresponder o no con lo que en realidad sucede. Si lo observado y lo que se esperaba observar concuerdan, el sistema de conocimientos se encuentra “en equilibrio” con los procesos del Mundo de la Vida. En caso contrario, se presenta un desequilibrio que el sujeto que conoce intentará eliminar tan pronto como lo registre. La reequilibración entre las teorías y los procesos naturales se logra gracias a una modificación del sistema de conocimientos. El alumno, después de estar seguro de que puede dar crédito a lo que observa, realiza cambios en su sistema de conocimientos para que lo observado sea una consecuencia lógica del conjunto de proposiciones que expresan el sistema de conocimiento. Si lo logra, obtendrá un nuevo sistema de conocimientos que se equilibra con lo que hasta ahora conoce de los procesos del Mundo de la Vida y, en consecuencia, habrá construido nuevos conocimientos acerca de él. Pero, al mismo tiempo, se habrá situado en un punto de vista diferente que le permite ver cosas nuevas en los procesos del Mundo de la Vida, que antes le eran totalmente “invisibles”. Esta nueva perspectiva y los nuevos procesos visibles para él, lo llevarán a nuevos desequilibrios que tendrá que eliminar recorriendo este ciclo una y otra vez.

Distinguimos pues tres momentos importantes en la construcción de un nuevo conocimiento

- 1) El momento de un primer estado de equilibrio que nos hace concebir los procesos del Mundo de la Vida de una cierta manera y esperar de él que se comporte dentro

de un cierto rango de posibilidades. Lo hemos denominado el momento de las expectativas.

- 2) El momento en que lo observado entra en conflicto con lo esperado; es el momento del desequilibrio.
- 3) El momento en que se reorganiza el sistema de conocimientos para llegar a un estado de equilibrio más evolucionado; lo hemos llamado el momento de la Reequilibración Mejorante.

Tomemos un ejemplo sencillo para ilustrar estos diversos momentos. Un niño de un año de edad a la hora del baño se da cuenta de los finos chorros de agua que salen de la ducha. Gracias a su sistema de conocimientos acerca de los objetos, él tiene la expectativa de que “ese nuevo objeto” sea aprehensible en la forma como lo son los hilos o cintas que cuelgan de alguna parte y para los cuales cuenta ya con un esquema de prensión: tomarlos con la punta del pulgar opuesta a las puntas de los demás dedos. Pero cuando el niño trata de coger esos “hilos de agua” fracasa: los hilos “se escapan” sin oponer la resistencia característica de los sólidos al aplicarles una fuerza. El niño trata una y otra vez, y una y otra vez fracasa. Intenta entonces con otros esquemas; intenta cogerlos como se cogen los objetos gruesos, como se cogen las hojas de papel, como se cogen los balones (con las dos manos), como se cogen las barandas de la cuna.

Pero todos los intentos son fallidos. Su sistema de esquemas de prensión se encuentra en desequilibrio. En efecto, las expectativas no se han cumplido y el objetivo de coger los “hilos de agua” no se ha alcanzado. Para reequilibrar su sistema de conocimientos con el mundo al que éste se refiere, es necesario modificarlo (en palabras de Piaget se diría que es necesario acomodar las estructuras de conocimiento). En este caso, es necesario incluir dentro del conjunto de propiedades de los líquidos, cuando se encuentran en caída libre (como diría un adulto) la de parecerse a algunos objetos sólidos. Por otro lado, es necesario incluir un nuevo esquema de acción; recoger el agua en caída libre. Este nuevo estado de equilibrio es mejor que el anterior puesto que le permite al niño coger todos los objetos que cogía con el sistema de esquemas anterior y, además, puede recoger el agua, lo que antes le era imposible.

Tomemos ahora un ejemplo menos sencillo. Un estudiante de biología, sin que nadie le haya enseñado, puede haber construido la siguiente generalización: “Ave (o pájaro como diría un niño) es un animal que vuela”. Además puede haber postulado esta “ley”: “Entre los seres vivos, sólo los pájaros y algunos insectos vuelan”. Al ver un murciélago el estudiante, gracias al conocimiento que tiene hasta el momento, lo verá como un pájaro. Pero cuando en clase le dicen que es un mamífero (como los perros o los gatos) o cuando observa un murciélago de cerca y se da cuenta de que se parece más a un ratón con una especie de alas sin plumas, sus esquemas de conocimiento entran en desequilibrio.

Tendrá que cambiar su ley y decir algo así como: “Entre los seres vivos sólo los pájaros, algunos insectos y algunos mamíferos vuelan”. Por otro lado, algún día puede darse cuenta de que los pingüinos y los avestruces (y en cierta medida las gallinas), siendo aves, no vuelan. Ante esta nueva circunstancia tendrá que cambiar de nuevo sus esquemas de conocimiento. Tendrá que cambiar su definición de ave, por ejemplo. Algo similar le sucederá con el concepto de “pez” cuando se dé cuenta de que las ballenas y los delfines son también mamíferos.

3. La creatividad y el tratamiento de problemas

Para ser creativos es más importante tener disciplina y dedicación al trabajo que inspiración. En una sociedad como la actual, caracterizada por el desarrollo científico-tecnológico acelerado e intenso, es insensato pensar que un ser humano se pueda desarrollar en forma plena si no cultiva su capacidad para pensar científicamente. El elemento más importante y menos mencionado cuando se habla del pensamiento científico en el momento de proponer soluciones a un problema, es la imaginación. En este proceso participan diversas habilidades de pensamiento.

Una de ellas es la distinción entre lo posible y lo imposible, y hacer un despliegue completo y ordenado de lo posible. Otra es el establecimiento de posibles relaciones entre objetos y eventos conocidos; en otras palabras, la habilidad de formular hipótesis. Ellas deben ser tales que sea factible establecer si además de ser posibles son reales. Otra habilidad importante es la de establecer analogías y la de construir modelos mentales. Las analogías permiten, mediante una comparación de algo conocido con algo nuevo, entender mejor aquello que se desconoce de lo nuevo. La construcción activa de modelos mentales permite explicar los fenómenos modelados. El poder explicativo, o mejor, la capacidad de predecir y controlar los fenómenos modelados, depende directamente de la naturaleza de los modelos imaginados.

Otro elemento que poco se menciona es la crítica. Como se dice en otras partes de este documento, la crítica nos permite diferenciar los problemas reales de los pseudoproblemas; los importantes y productivos de los irrelevantes y triviales. También nos permite distinguir las soluciones acertadas de las falaces; las verdaderas de las falsas. Nos permite identificar las teorías coherentes y promisorias de las inconsistentes o hipostáticas.

Otro elemento menos olvidado últimamente es el de la comprensión. Para poder criticar o poner a prueba una teoría es necesario comprenderla. Esta comprensión supone la habilidad de analizar, desmembrar sus elementos para entenderlos en forma individual y después reconstituir el todo mediante la síntesis. En la síntesis hay una nueva construcción (recomposición) a partir de los elementos del análisis. La síntesis requiere de otra habilidad como es el manejo de sistemas simbólicos (como un lenguaje natural o un sistema lógico-matemático). Sólo dentro del contexto de estos sistemas simbólicos y por medio de ellos, son posibles las ideas y se pueden vincular con las experiencias las cuales, en forma similar, sólo son posibles gracias a ellos.

Otro elemento que se menciona cada vez con mayor frecuencia es la motivación. Esta motivación no es otra cosa que el amor por el conocimiento; tal vez sea más fácil decir que quien posee esta motivación permanece en “actitud filosófica”. Quien adopta esta actitud siente siempre curiosidad ante el mundo; desea siempre saber, y con mucha mayor fuerza a medida que conoce más. Cuando logra conocer siente placer; éste, al igual que la curiosidad, se renueva y se incrementa a medida que el conocimiento es mayor y más profundo.

Otros dos elementos muy importantes y bastante conocidos son la observación objetiva y cuidadosa y la experimentación rigurosa. Estos procesos son eminentemente activos. Son habilidades comportamentales que, como tales, son susceptibles de observar. Todos estos elementos se encuentran comprendidos y articulados en el concepto de creatividad. En lo que sigue, intentaremos aportar algunas ideas en torno a lo que es un proceso creativo. Algunas de ellas han sido tomadas de David Perkins (1981) y otras de Roger Garret (1988), y se han recontextualizado dentro de la perspectiva de la construcción de un marco general de referencia para la enseñanza de las ciencias en Colombia.

Muchas son las ideas que se tienen acerca de la creatividad. Para unos, tiene que ver con la solución de problemas; para otros, es la concepción de algo nuevo que da como resultado un invento; otros afirman que es la facultad del espíritu para reorganizar de forma original algún estado de cosas; otros, más metódicos, dicen que es el proceso que tiene lugar entre sus elementos clave: la sensibilidad, flexibilidad o movilidad, imaginación, trabajo o elaboración, y compromiso con la acción (Aldana1990).

Todas estas ideas tienen mucho de cierto, y, lo que es más importante, permiten plantear muchos interrogantes. ¿Todas las personas pueden ser creativas? Si todas las personas no tienen la cualidad de ser creativas, ¿entonces quiénes son las que poseen esta cualidad? ¿Qué tiene que ver la inteligencia con la creatividad? ¿Gracias a un proceso educativo un individuo puede volverse creativo? Ninguno de estos interrogantes tiene una respuesta satisfactoria, sin embargo existen estudios que, por lo menos, nos permiten precisar mejor nuestras preguntas y aclarar nuestras nociones acerca de la creatividad.

Podríamos retomar lo que hasta ahora hemos señalado integrando todos estos elementos en torno al concepto de proceso creativo. En un proceso creativo se pueden identificar tres momentos, estrechamente ligados e indisolubles de importancia central: la comprensión, la imaginación y la crítica. La comprensión exige la formación de una estructura de pensamiento en la que un problema pueda ser formulado en términos de una teoría que cuente con los conceptos y leyes necesarias para construir una posible solución. La construcción de esa solución es precisamente el momento de la imaginación en donde lo novedoso, lo inédito, lo nunca visto hasta el momento, se trata de articular en el contexto de la teoría para responder ante la situación problema. La imaginación es el momento del razonamiento plausible, de la combinación de conocimientos anteriores. El resultado obtenido de esa nueva combinación puede llevar a la solución del problema o puede ser simplemente un intento fallido.

Si se trata de este último caso, puede generarse una crisis en la teoría que desembocará en una reformulación o en su muerte. Este momento de la evaluación de los resultados es el de la crítica. Es el momento de la aplicación de esquemas, principios, convicciones, requerimientos, que permiten distinguir los productos de la imaginación que son valiosos, de aquellos que son triviales, torpes, incongruentes e inútiles.

La preparación de un individuo para poder encontrarse en un proceso creativo exige la formación de una buena cantidad de destrezas. La comprensión de un problema exige un trabajo arduo, persistente y serio. Una verdadera comprensión no se logra sino dentro del contexto de una comunicación franca entre educadores e investigadores (el educador debe ser al mismo tiempo un investigador que interactúa en una comunidad científica educativa), entre educandos e investigadores (no es posible desarrollar creatividad si lo que se exige de los educandos es que aprendan únicamente resultados o datos) y entre educadores y educandos (es imposible que el educador desarrolle la creatividad en sus educandos si él mismo no es creativo). Esta comunicación debe ser franca en el sentido de que en ella no debe mediar otro interés diferente del de la búsqueda de la verdad. Son pues de gran importancia la tolerancia y el respeto por las ideas ajenas; sin ellos la comunicación franca es imposible.

El momento de la imaginación exige niveles muy bajos de ansiedad ante la incertidumbre; una gran disposición al riesgo. Exige también coraje, paciencia y persistencia para enfrentar un determinado problema de diversas maneras. Baudelaire decía que la poesía es más un asunto de transpiración que de inspiración. Porfirio Barba Jacob pensaba tantas variantes de un mismo verso que tenía que escribirlas en pequeñas papeletas y utilizar todo el espacio de la pared de su cuarto para pegarlas y poderlas leer alternativamente. La imaginación exige que

el individuo se sitúe en los límites de sus capacidades y esté en buena disposición de “correrlos” permanentemente.

El momento de la crítica exige una gran resistencia a la frustración. El fracaso no puede ser visto como motivo para abandonar la lucha sino como elemento propio de la búsqueda de la verdad. El fracaso sólo debe avivar el interés por el problema y debe ser un elemento importantísimo dentro del análisis que conduce a nuevas alternativas. Los individuos creativos se rigen siempre por criterios estrictos y exigentes, procuran siempre lograr un buen equilibrio entre subjetividad y objetividad, para lo cual conocen el inmenso valor de la discusión sincera. Aceptan con facilidad la confusión y la incertidumbre; los altos riesgos no les asustan y el fracaso lo conciben como parte del proceso creativo.

En el momento de la crítica pueden dejar a un lado los compromisos emocionales con su trabajo y son capaces de considerar diferentes puntos de vista sobre un mismo tópico. No se apresuran para concluir una determinada obra. Por el contrario dejan de lado los resultados parciales o finales durante algún tiempo para volver sobre ellos con la posibilidad de criticarlos guardando una distancia saludable. El desarrollo de la creatividad se debe entender como un proceso largo y continuado en donde lo más importante es que el estudiante sienta el placer de la creación. Si el profesor es capaz de hacer sentir este placer a través de su propia actitud, ha logrado cumplir con la condición más importante para que el estudiante sea cautivado por ese tipo de placer. Este placer debe estar acompañado por otra motivación intrínseca al individuo como es el amor por la verdad y la belleza y éste sólo se puede desarrollar en una comunidad educativa en la que él impere.

Además de las propiedades que hemos señalado hasta el momento, podríamos señalar otras dos. La primera, ha recibido el nombre de flexibilidad; ella se concibe como la capacidad de enfrentar y de analizar los problemas desde diferentes perspectivas o puntos de vista. De una persona que posee una gran flexibilidad decimos que es recursiva. Esta propiedad se contrapone a la rigidez; una persona rígida es aquella que encuentra imposible cambiar de punto de vista para la comprensión y solución de un problema e intenta, sin éxito, algunas alternativas de solución desde esa única perspectiva. La segunda es la originalidad. Es la capacidad de lograr un producto nuevo; nunca visto hasta el momento. Un producto que da solución a un problema importante o que llena un vacío existente hasta el momento y plantea nuevos problemas de gran interés. Lo opuesto a lo original es lo trivial, lo convencional; lo que no aporta ninguna innovación; lo conocido y repetido por varios en diversas circunstancias.

Por otra parte se cree que “la creatividad, es la capacidad para enfrentar problemas” (Garret, 1988). Se concibe el proceso creativo en una situación problemática, sin implicar necesariamente el acto final de la solución, como una relación donde la creatividad resultante, depende de la utilidad y de la originalidad involucrada. La utilidad puede ser:

- a) limitada,
- b) amplia,
- c) universal, en tanto que la originalidad comprende estadios que van desde
 - 1) la aplicación estándar de conceptos viejos, pasando por
 - 2) la aplicación nueva de conceptos viejos,
 - 3) la aplicación estándar de conceptos nuevos y
 - 4) las nuevas combinaciones de conceptos, hasta
 - 5) nuevos conceptos.

Algunos investigadores han trabajado en la formulación y solución de problemas y parece haber un consenso en cuanto a la existencia de problemas cerrados y problemas abiertos. Los primeros presentan datos e incógnitas y en su solución se espera una respuesta correcta, por ejemplo: ¿qué tiempo demoran los rayos de luz emitidos por el Sol para llegar a la Tierra?

Quién resuelve este tipo de problemas posee una información que le permite llegar a la solución del problema y sabe cuándo ha llegado a resolverlo. Los problemas abiertos no tienen datos definidos, carecen de una solución única, es decir, se puede llegar a varias respuestas que pueden ser correctas o incorrectas, según sean las circunstancias. Por ejemplo: si un niño se plantea el siguiente problema: ¿por qué de una semilla sale una planta? Ante esta situación encontrará diversidad de respuestas, dependiendo de la forma como se aborde, pero lo importante es que en su solución los alumnos tienen entre otras, la posibilidad de precisar el problema, emitir hipótesis, elaborar estrategias y llegar a resultados que deben ser cuidadosamente analizados viendo su significado, implicaciones, etc. Sin embargo, las dos clases de problemas (cerrados y abiertos) tienen algo de común: la búsqueda de solución o la comprensión del hecho o fenómeno. Garret ha llamado a estos problemas rompecabezas” y afirma que no son verdaderos problemas. ¿Pero qué es un problema verdadero, real, y cómo se distingue de un pseudo problema?

Desde nuestra perspectiva el verdadero problema está relacionado con la construcción de nuestro mundo teniendo como base lo real, lo que afecta nuestros sentidos. Todos los seres humanos, los adultos, los adolescentes, los niños, todos, concebimos lo real de alguna manera. Nuestra concepción de lo real es precisamente lo que llamamos nuestra realidad o nuestro mundo.

Estas concepciones están influidas por nuestra cultura y dependen en gran medida de nuestra edad, de nuestro pasado, de nuestras circunstancias. Un niño del campo, para tomar un ejemplo, concibe la vida en forma muy diferente de cómo la concibe el niño de la ciudad. Y un adolescente del campo concibe la vida diferente de como la concibió cuando era niño. Todos ellos tienen realidades diferentes. Incluso si el adolescente campesino emigra a la ciudad seguirá concibiendo la vida de forma diferente; la verá de forma diferente (se dice cotidianamente); la ciudad misma la concebirá diferente o, como también se dice cotidianamente, “la verá con otros ojos”. Cada uno pues tiene su propia realidad que es diferente de la de los demás. La discusión científica tiene como uno de sus objetivos llegar a acuerdos entre las diversas realidades de cada uno de los científicos. Para ello unos y otros deben cambiar sus concepciones atendiendo a los buenos argumentos de sus colegas. Se construye así en grupo una realidad sobre la cual existe un acuerdo entre los que conforman el grupo de científicos.

Cuando uno concibe lo real de una cierta manera y resulta que gracias a una observación o a un intento fallido de modificar algo de lo real nos damos cuenta de que lo real no encaja bien en nuestra concepción, en nuestra forma de entenderlo, nos vemos ante un problema que, para distinguirlo de otras clases de problemas lo llamaremos un problema cognitivo. Cuando este tipo de problemas cognitivos se dan en el contexto de una comunidad científica, se habla de problemas científicos. Podemos definir entonces un problema cognitivo como la imposibilidad que experimenta un individuo de prever, desde su forma de concebir lo real, algo que sucede en lo real. Un problema así entendido puede presentarse de dos formas.

La primera se da cuando ocurre algo inesperado: según la forma de concebir lo real algo que sucede no podía ser visto como posible. Sucede pues algo inesperado para la persona; algo que aunque no lo había pensado como imposible tampoco lo consideraba como posible. Este caso lo llamaremos un problema por insuficiencia; en efecto, la forma de concebir lo real resulta ser insuficiente para dar cuenta de él.

La segunda se da cuando ocurre algo que según la forma de ver lo real era imposible que ocurriera. En otras palabras, algo que creíamos imposible, en efecto ocurre; no es algo inesperado: es algo que se consideraba imposible. Este caso lo llamaremos un problema por incongruencia: lo que sucede “contradice” lo que el modelo “dice” que puede o debe suceder

en determinadas circunstancias. La insuficiencia o la incongruencia pueden darse en el momento en que el estudiante (y en general cualquier ser humano) se encuentra ante un nuevo fenómeno sin haberlo buscado. Pero puede también ocurrir después de que él ha realizado una buena cantidad de actividades en forma consciente (tales como preguntar, buscar información, probar qué pasaría si tal cosa sucediera...), dirigidas a ampliar su concepción del mundo, movido por una emoción connatural del ser humano muy importante: la curiosidad. Esta emoción mantiene a todo ser humano en actitud de búsqueda, de pregunta. El establecimiento de un clima de investigación científica en el salón de clases debe preocuparse ante todo por mantener y, todavía mejor, incrementar esta emoción humana. Señalemos de paso que uno de los peores perjuicios de las guías de laboratorio tradicionales es precisamente que acaban con esta emoción.

Para cada uno de estos dos tipos de problemas existe un tipo de emoción característico. Cuando nos encontramos un problema por insuficiencia experimentamos el asombro. Cuando nos encontramos ante un problema por incongruencia experimentamos el desconcierto. Estas emociones juegan un papel sumamente importante en la enseñanza. Ellas son el motivo, el motor que mueve al alumno para tratar de reducir el estado de desequilibrio (por insuficiencia o por incongruencia) en el que se encuentra el estudiante cuando se halla ante un problema de cualquiera de las dos clases que hemos definido. Estas emociones son tan importantes que podríamos decir que el éxito de un problema depende del hecho de que pueda o no originar en los alumnos estas emociones. Tenemos entonces que la mejor forma de saber si un tópico es desequilibrante es constatar si los problemas que éste genera producen curiosidad o asombro.

Existen dos formas de llegar a un problema. La primera es cuando el estudiante mismo llega a un estado de desequilibrio como consecuencia de su acción (en especial de su acción intelectual). En este caso lo llamamos un problema espontáneo. La segunda es cuando el profesor induce el estado de desequilibrio mediante una pregunta, mostrando un fenómeno inesperado, o señalando alguna contradicción. En este segundo caso lo llamamos un problema inducido. Existen también tres circunstancias en las que se puede suscitar, producir el problema. En el primer caso el problema se origina en el momento de observar un nuevo acontecimiento, un nuevo proceso; hablamos entonces de un problema empírico. En el segundo caso, el problema surge al tratar de entender nuevos procesos con una nueva manera de concebir lo real. En este caso hablamos de un problema teórico-experimental. En el tercer y último caso el problema surge cuando se hace un análisis logicomatemático de las teorías científicas que son una forma muy especial de concebir lo real; hablamos en este caso de un problema teórico.

Existen algunos casos especiales de la segunda clase (la de los problemas teórico experimentales) que vale la pena señalar aparte: los casos en los que el experimento que se realiza cuando se trata el problema no es un experimento real: se trata del caso de los experimentos mentales. Los problemas espontáneos son sin duda los de mejor pronóstico. En efecto, se tiene asegurado el componente emocional que causa la acción intelectual dirigida, en palabras de Piaget, hacia la reequilibración mejorante. No debe entonces dejarse pasar la oportunidad de trabajar en los problemas espontáneos que a menudo se presentan en el salón de clases o en el laboratorio.

Es recomendable empezar con problemas empíricos o con problemas teórico-experimentales que permitan diseñar y realizar experimentos que posibiliten dirimir argumentos encontrados (tesis y antítesis). Pero, sin duda, lo más importante es conocer las teorías y modelos de los estudiantes para poder plantear situaciones, hacer preguntas, mostrar fenómenos o realizar cualquier otra actividad que ponga en crisis, que desequilibre (por insuficiencia o incongruencia) las teorías y modelos de los estudiantes.

En ocasiones se aplica también el término problema a una cuestión que en realidad es un simple ejercicio. Los problemas exigen del sujeto el aporte de algo nuevo, desconocido hasta entonces, mientras que los ejercicios apenas suponen la aplicación de lo ya conocido a un ejemplo más pues el alumno debe esforzarse en una interacción entre la pregunta y el intento individual de responder a esa pregunta. Muchos de los “problemas” que usualmente se trabajan en las clases de física y química, son en realidad simples ejercicios, lo cual conduce a que los alumnos prefieran un adiestramiento en técnicas que les proporcionen de modo automático la respuesta, a un razonamiento con procesos que impliquen innovación, descubrimiento, desequilibrio con los saberes previos, creatividad y, en definitiva, esfuerzo mental, y como consecuencia, muchas personas no culminan a lo largo de su vida la plena adquisición de las operaciones formales, siendo estas operaciones imprescindibles para la comprensión de un curso de ciencias a nivel medio (física y química).

El tratamiento de problemas exige el uso de operaciones formales, es decir, exige razonamiento hipotético deductivo, lo cual implica análisis y comparación de varias combinaciones y posibilidades. Por ejemplo, el balance de una ecuación química puede requerir pensamiento formal si el alumno necesita establecer una hipótesis. Por ello, con frecuencia el ajuste de una ecuación por el método del ión-electrón exige pensamiento formal, mientras que hacerlo por el número de oxidación, puede requerir solamente de rutinas que se pueden aprender de memoria.

Para desarrollar todos estos procesos de pensamiento y acción, el estudiante debe verse en situaciones en las que se le exija ir perfeccionando las habilidades de pensamiento y acción con las que llega a la escuela y que configuran procesos que se han desarrollado naturalmente dentro de un contexto socio-cultural en virtud de la naturaleza biológica del ser humano. Cuando el niño llega por primera vez a la escuela cuenta ya con una gran cantidad de habilidades, capacidades y conocimientos fundamentales. La gran importancia de ellos escapa al sentido común y por ello no es extraña la tendencia a ignorarlos. Examinemos algunos ejemplos con el fin de darle un contexto claro a la reflexión que deseamos hacer acerca del desarrollo que el ser humano, como ser integral, debe poder llevar a cabo durante su vida en la escuela. En sus primeros años de vida, fuera de la escuela, el niño ha aprendido a moverse a través de su espacio inmediato en una forma lo suficientemente fina como para desplazarse de un lugar a otro según su voluntad; para alcanzar, transportar o lanzar objetos; para ubicar sitios y ubicarse a sí mismo con respecto a ellos. Estas habilidades lo ponen en capacidad de interactuar con sus padres o con otros niños a través del juego y muchas otras actividades. El ejercicio de estas habilidades, por otro lado, le ha permitido desarrollar un esquema o modelo de espacio que le será útil a su vez para desarrollar habilidades todavía más complejas.

Ha aprendido a identificarse a sí mismo como ser diferenciado de su entorno físico y de los demás seres que lo rodean. Ha aprendido a que a veces siente hambre o frío y cómo puede actuar para eliminar estas sensaciones desagradables. Ha aprendido a distinguir la alegría de la tristeza, el agrado del desagrado, la diversión del aburrimiento y también ha desarrollado la capacidad de actuar sobre todos estos sentimientos opuestos. Ha aprendido que él es un ser capaz de recordar, soñar e imaginar. Ha aprendido que existen cosas bellas y cosas feas; cosas que no se deben hacer y cosas que si están permitidas y otras que son deseables. La lista podría hacerse muy extensa. No mencionaremos sino un elemento más; el más importante sin lugar a dudas: el niño ha aprendido a hablar. Dueño del lenguaje, el niño no solamente puede comunicarse y expresarse sino que inicia un proceso de construcción de “teorías” acerca del mundo físico, del mundo social y de su propio yo. Desde el momento en

que el niño adquiere el lenguaje, éste será su forma de vida individual y social, su posibilidad de comprender el mundo, el único medio de trascender el presente y proyectarse al futuro y retroproyectarse al pasado.

Pero todo lo que el niño ha aprendido antes de ingresar a la escuela está muy lejos de ser un producto terminado. Se trata más bien de una etapa necesaria dentro de un proceso que se prolongará durante toda la vida y en el que la escuela juega un papel importantísimo, pues los logros y fracasos que el niño obtenga en ella tendrán profundas implicaciones en todas las demás etapas. Los desarrollos previos a la escuela dan origen, en forma directa o indirecta, a todos los elementos constitutivos de lo humano y la misión de toda la comunidad educativa debe ser la de buscar el desarrollo en forma integral de todos ellos.

La planeación curricular debe ser coherente con esta integralidad y con la armonía que debe existir entre todas las áreas de conocimiento que se hacen presentes en la escuela y que persigue un objetivo central: el desarrollo humano de las nuevas generaciones. Ello implica, entre otras cosas, desarrollar el pensamiento científico sin dejar de lado el pensamiento estético y el ético. Desarrollar la capacidad de vivir en comunidad sin descuidar la individualidad; desarrollar el respeto por las reglas de convivencia sin olvidar las emociones y los deseos individuales. De manera más específica, y para abordar el tema que nos ocupa, la educación en ciencias, la integralidad y la armonía exigen que se desarrollen los procesos de pensamiento y acción propios del quehacer científico sin dejar de lado la reflexión ética acerca de los efectos que estos procesos conllevan; exigen también que no se desconozcan en forma artificial los estrechos vínculos entre el pensamiento científico y el placer estético y entre la producción artística y el pensamiento metódico y disciplinado.

Si bien no desconocemos estos vínculos y la necesidad de armonía e integralidad, vemos también la necesidad de profundizar y especializar el conocimiento pedagógico y su praxis. La enseñanza de las ciencias comparte muchos principios de la enseñanza de otras áreas pero también posee propiedades específicas que la diferencian de las demás.

El desarrollo del pensamiento científico es parte fundamental del desarrollo integral humano. Si se preguntara si existe alguna relación entre las humanidades y el desarrollo humano, nadie dudaría en responder afirmativamente. Pero si se hace este mismo tipo de pregunta para las ciencias, la respuesta, en el caso de que sea afirmativa, es sin duda mucho más tímida. Creemos entonces necesario señalar la importancia que tiene el desarrollo de los procesos de pensamiento y acción propios de la ciencia dentro del desarrollo humano.

No cabe duda de que sólo unos pocos estudiantes que pasan por la escuela primaria y secundaria dedicarán sus vidas a la ciencia. Nadie piensa entonces que la enseñanza de la física, la química o la biología tengan, a este nivel, como fin primordial la formación de científicos. Pero tampoco cabe duda de que la escuela debe formar ciudadanos preocupados por construir una sociedad cada vez más justa que permita la realización personal de todos los individuos que la componen. El desarrollo de los seres humanos no puede concebirse sino dentro del contexto de un sistema social. El nuestro es un sistema determinado profundamente por la ciencia y la tecnología y quien no las entienda encontrará siempre fuertes impedimentos para desempeñarse en ella como una persona activa y productiva.

En efecto, un individuo sin una buena formación en ciencia no podrá enfrentar problemas desconocidos en forma exitosa, pues no es posible el hallazgo de nuevas soluciones sin enfrentar los problemas sociales y del mundo físico en forma científica. En particular, los graves problemas de energía y de recursos naturales que los ciudadanos de un futuro muy

cercano tendrán que enfrentar y que actualmente estamos ya enfrentando, necesitan un enfoque científico que permite entender nuestro universo como sistema en el que es imposible variar ciertas dimensiones sin variar necesariamente otras. Un respeto inteligente por la naturaleza debe imponerse para que el uso torpe de la tecnología no acabe con el único planeta, hasta ahora, del cual dispone el hombre para vivir. No es posible que se siga aplazando el momento en que todos los seres humanos entiendan que sus vidas dependen de las de otros organismos y que la de ellos depende del entorno físico.

Pero no se necesita señalar los problemas más graves que el ser humano debe enfrentar para ver claramente la necesidad de una buena formación científica. Para la gran mayoría de los pequeños problemas cotidianos que cualquier ciudadano enfrenta a diario, es necesario contar con una mente científica. En otras palabras, es necesario poder tratar adecuadamente evidencias sobre supuestos hechos; llevar a cabo procedimientos sencillos de naturaleza cuantitativa; razonar y argumentar lógicamente; enfrentar los posibles hechos futuros manejando adecuadamente la incertidumbre que sobre ellos hay: imaginar, evaluar y criticar posibles alternativas de solución.

Los grandes beneficios de la ciencia y la tecnología que incrementan el potencial humano difícilmente serán entendidos si los ciudadanos en general no la entienden, si no están familiarizados con sus problemas y con sus limitaciones. Quien es totalmente ajeno al pensamiento científico será siempre presa fácil del dogmatismo y el fanatismo; adoptará fácilmente posiciones fatalistas ante la vida y podrá atribuir una situación precaria e indeseable a la mala suerte o al destino; por otro lado, sin ser menos importante que lo anterior, desconocerá el profundo placer intelectual que el conocimiento científico, como cualquier otra forma de conocimiento, proporciona. A nuestra manera de ver, cualquier forma de alejamiento del conocimiento científico no puede producir otra cosa que un empobrecimiento de la calidad de vida del ser humano muy similar a las formas de empobrecimiento causadas por el alejamiento del arte o la filosofía.

Hemos hablado de formar mentes científicas y de desarrollar los procesos de pensamiento y acción propios de la ciencia. Es importante señalar que al hacer este tipo de sugerencias no se está indicando que se debe incrementar el contenido de los programas de ciencias. Por el contrario, se trata más bien de hacer énfasis en los aspectos importantes del razonar científico y dejar de lado el almacenamiento memorístico de datos y principios.

Segunda Parte: Implicaciones Pedagógicas y Didácticas

1. Pedagogía y Didáctica

Al explicitar los referentes teóricos para el área, hemos considerado conveniente hacer algunas reflexiones sobre las implicaciones que éstos tienen en la pedagogía y la didáctica, ya que el manejo de estos elementos se refleja en la calidad de la enseñanza y del aprendizaje.

Los conceptos de pedagogía y de didáctica tienen varias acepciones: algunos sitúan la pedagogía dentro de un contexto histórico y señalan que “con el correr del tiempo, los miembros de las comunidades sintieron la necesidad de comunicar a sus hijos sus saberes, sus valores, sus tradiciones, sus convicciones, sus creencias, sus oficios... En la medida en que las prácticas educativas avanzaron y evolucionaron, esta práctica se fue sistematizando y así se fue construyendo un cuerpo teórico, que a su vez se constituye en punto de apoyo y

en orientador de la práctica en mención. Surge entonces la pedagogía como una disciplina del conocimiento”.

Otros consideran la “Pedagogía como el conjunto de enunciados que pretenden orientar el quehacer educativo confiriéndole su sentido. Este sentido puede ser buscado hermenéuticamente mediante la reconstrucción del horizonte cultural, dentro del cual ese quehacer puede ser interpretado como relevante, congruente, comprensible, o, teleológicamente, mediante la acentuación de algunos de los momentos, el momento de los fines de la actividad educativa” (Mockus et. al., 1988).

También puede considerarse la pedagogía como las reflexiones y transformaciones de la práctica educativa, homologada ésta en términos generales con la práctica pedagógica. Sin embargo, hay quienes consideran que la pedagogía no debe considerarse como la práctica pedagógica misma, “sino como el saber teórico-práctico generado por los pedagogos a través de la reflexión personal y dialogar sobre su propia práctica pedagógica, específicamente en el proceso de convertirla en praxis pedagógica, a partir de su propia experiencia y de los aportes de las otras prácticas y disciplinas que se intersectan con su que hacer” (Vasco, 1990).

Para otros, el concepto de pedagogía hace referencia al “saber propio del maestro constituido por el dominio de las relaciones entre los conocimientos y su enseñanza, por la comprensión del sentido de la actividad del educador dentro de la sociedad y por la capacidad de discernir las formas legítimas de transmisión de los saberes, todo lo cual es objeto de estudio riguroso que trasciende las propuestas del sentido común o de la retórica educativa que permanentemente quiere fijar normas de actuar a la escuela” (Misión de Ciencia y Tecnología, 1990). “Un aspecto importante de la práctica educativa es la Enseñanza concebida como el conjunto de estrategias y técnicas a través de las cuales se organiza el ambiente para propiciar el aprendizaje y la maduración del individuo. La tematización de la práctica de la enseñanza ha generado un cuerpo de conceptos y procesos que en forma genérica recibe el nombre de Didáctica”. Bajo el concepto de didáctica se incluyen las estrategias que facilitan la enseñanza de una disciplina y hacen posible su aprendizaje. Es un conocimiento y una práctica que tiene tanto de universal en cuanto habilidad comunicativa, como de particular pues se relaciona con el dominio de las disciplinas específicas para aprehender sus principios y estrategias de conocimiento y deducir procedimientos que hagan factible su construcción. (Misión de Ciencia y Tecnología, 1990).

La didáctica cubre también la reflexión sobre todos los aspectos de las relaciones del maestro con sus estudiantes en un contexto determinado, dando como resultado la construcción de uno o varios métodos didácticos que pueden ser utilizados por otros, no en forma ciega siguiendo indicaciones al pie de la letra, sino teniendo en cuenta todos los elementos presentes en el escenario educativo: maestro, compañeros, alumnos, tiempos de aprendizaje, ambiente, fines y objetivos, logros e indicadores, recursos, etc., todo en función del desarrollo integral humano.

En consecuencia, la pedagogía y la didáctica parten de la reflexión sobre sectores del Mundo de la Vida y regresan al mismo, y en éste recorrido reconstruyen y transforman cuerpos teóricos, toman en consideración el contexto escolar, los objetivos, los contenidos, los procesos de pensamiento y acción, y desarrollan métodos, procedimientos y estrategias que propician y facilitan la construcción del conocimiento.

1.1. El rol del educador

El mejoramiento de la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales se ve efectivamente favorecido con el compromiso real del docente, como miembro importante de la comunidad educativa. El educador o maestro es en definitiva la persona que tiene a cargo la enseñanza y como tal actúa como posibilitador de la transformación intelectual, afectiva y moral de los alumnos, y como mediador de toda información que conduce a la percepción del estudiante como individuo y de los estudiantes como grupo. El educador es la persona que se relaciona por medio del diálogo para permitir la participación espontánea y libre mediante la valoración de opiniones en desarrollo de la autonomía y en el empleo de alternativas pedagógicas adecuadas y basadas en la realidad.

Es pues, el maestro, un trabajador y comunicador de cultura, del saber social (científico, tecnológico y pedagógico), intérprete de las necesidades del educando y orientador del joven en su propia formación. El maestro necesita de una sólida formación como profesional de la educación, una cultura general y una formación pedagógica y científica especializada. El profesor forma parte de la comunidad educativa que como tal tiene una estructura y en la cual es el líder, y el modo como ejerce su liderazgo repercute en el comportamiento del grupo y de cada uno de sus integrantes. Cuando se habla del maestro (muchas veces en forma equivocada), se describen sus funciones, sus deberes y hasta sus misiones y se olvida con facilidad su naturaleza humana, su peculiar personalidad, idoneidad moral, ética, y formación pedagógica y profesional, las cuales deben ser cualidades y capacidades de un educador. El maestro no debe estar solo en el cumplimiento de su quehacer educativo; la sociedad y el gobierno deben crear las condiciones necesarias que faciliten su formación y continuo perfeccionamiento profesional con miras a ofrecer un servicio educativo de calidad. Estas responsabilidades competen a los propios maestros, a la nación, a las entidades regionales (especialmente universidades), a las instituciones educativas de la localidad y a los demás estamentos de la comunidad educativa y a la familia.

El maestro, con su particular formación y personalidad como ser único e irrepetible, tiene unas características que le dan soporte al ejercicio total de su profesión; es pues, una persona con actitudes y valores que lo llevan a analizar y a reflexionar a diario en su quehacer educativo, para ir construyendo y reconstruyendo nuevas concepciones relacionadas con su profesión, es decir, con lo que significa educar y ser educador, conceptos bajo los cuales se valora y hace valorar su profesión y se siente orgulloso del papel que desempeña en la sociedad.

Como ya se dijo, el maestro debe ser uno de los líderes de la comunidad y como tal es formador y transmisor de valores. Como investigador pedagógico, es quien conoce el medio donde realiza su actividad formadora y es también quien en su actuar diario refleja el aprecio y respeto por la vida, el trato igualitario de los sexos, el amor, el cuidado y el manejo racional de la naturaleza y consolida los valores ciudadanos. Todo esto con el único propósito de formar integralmente al alumno para enfrentar con éxito la vida contemporánea fuertemente influenciada por el desarrollo científico y tecnológico, y la problemática socio-cultural y ambiental.

En el permanente cambio actitudinal, conceptual y metodológico, el docente es cada vez más consciente de que con su trabajo educativo de calidad está contribuyendo al desarrollo del país y por consiguiente, al mejoramiento de la calidad de vida; participa activamente en la elaboración, desarrollo y evaluación del programa de actividades educativas; se cuestiona en relación con el conocimiento y dominio de las disciplinas de su especialidad y su quehacer pedagógico; da tratamiento de igualdad de géneros a todos los alumnos para no abusar del uso del masculino que tiende a ignorar la presencia y capacidad femenina en cualquier

actividad humana; involucra en su práctica educativa una acción comunicativa a través del lenguaje, que le permite al alumno construir sentido y significado en lo que aprende y para que aquél (el lenguaje) no sea obstáculo para la apropiación de los conceptos científicos.

La renovación pedagógica y didáctica que realicen los docentes, debe convertirse en una gran corriente transformadora de la educación en el país basada en un principio fundamental que la Misión de Ciencia y Tecnología llama LIBERTAD PEDAGÓGICA DEL MAESTRO entendida como el espacio autónomo para el desarrollo de su labor profesional, libertad que debe ser ejercida dentro del marco orientador del Estado (Constitución Política 1991 y Ley General de Educación 1994), con base en los derechos de los estudiantes y en los fines superiores de la sociedad. La libertad pedagógica del maestro se inscribe, entre otros, en los cuatro elementos fundamentales del proceso curricular que hemos identificado: el reconocimiento del papel de la escuela y la conceptualización acerca de la pedagogía, la didáctica y la enseñanza. Detrás de ellos se encuentra la calidad de la interacción maestro-estudiante. Una interacción de calidad exige respeto por el papel de los actores, autonomía de pensamiento, desacralización del conocimiento y de sus formas de construcción.

Se espera pues que una nueva visión del proceso curricular tome en cuenta los conceptos anteriormente expuestos a través de los cuales se redefine no solamente el nuevo rol del maestro sino también del Estado. Según el nuevo marco orientador provisto por la Ley 115 de 1994, las instituciones educativas gozan de autonomía para organizar su currículo (artículos 76 y 77) el cual será el medio fundamental para llevar a cabo el Proyecto Educativo Institucional (PEI). Esto nos lleva a considerar que el nuevo proceso curricular descansa de manera inequívoca en los maestros a quienes el Estado debe apoyar para que su trabajo sea realmente transformador. Todo profesor (incluido el de ciencias naturales y educación ambiental) debe educar para la construcción permanente de valores adecuados a las necesidades actuales para una mejor sociedad en términos de calidad de vida.

La educación cumple dos papeles fundamentales en la vida de una persona: la formación como ciudadano y la formación para el desarrollo productivo. Pero, desgraciadamente parece que la segunda función hubiera ocupado casi todos los momentos y lugares de la vida escolar, donde el énfasis en los aspectos académicos, sean científicos, tecnológicos y humanísticos, casi no han dejado lugar para las actividades que afianzan el ejercicio de los derechos fundamentales y el desarrollo de las habilidades sociales o el problema de la formación de valores ciudadanos que dan consistencia al tejido social. Valores que son tomados de la vida familiar, del contexto escolar, de la red social, de la experiencia educativa y de la organización socio-política del país y que convergen y generan múltiples configuraciones que se vuelven dinámicas formando un sistema de valores en cada individuo.

La ciencia, la tecnología y la educación ambiental no son ética y políticamente neutras, sino que están impregnadas de valores contextuales (éticos, estéticos, cívicos, culturales...) y valores constitutivos. Pero la toma de decisiones depende más de los valores contextuales que de la información científica. Goffin (1996) propone cuatro valores (STAR) que podrían contribuir a una interacción armónica entre la Ciencia y la Tecnología y su contexto natural, social y cultural, dentro de un enfoque que integra el pensamiento ético en la educación ambiental. Su propuesta puede resumirse así:

- Solidaridad: Puesto que el ambiente es el resultado de las interacciones entre los sistemas naturales y sociales, no es suficiente responder ante él sólo individualmente. Es necesario que el conjunto de poblaciones humanas de la tierra sin diferencia de raza, sexo, creencias religiosas o políticas, nivel de desarrollo, etc., se sientan responsables de la calidad de los sistemas naturales. Problemas como la perforación

de la capa de ozono, las lluvias ácidas y el calentamiento del planeta, entre otros, son los resultados del manejo que grupos humanos han hecho de sistemas naturales. Por tanto, una actitud solidaria es fundamental y necesaria en la comprensión y búsqueda de solución de estos problemas y en la prevención de problemas futuros. Así pues, conservar los sistemas naturales es conservar la biodiversidad y entre mayor sea su biodiversidad, mayor es su riqueza.

- Tolerancia: Ésta juega un papel muy importante en la búsqueda de soluciones a la problemática ambiental, ya que la biodiversidad de los componentes de los sistemas ambientales y las interacciones que de ellas se originan, obligan a que en su análisis participen diversas perspectivas derivadas de diversas disciplinas y de diversas experiencias, lo cual implica el reconocimiento y respeto por las diferencias si se quiere llegar exitosamente a acciones y planes concertados mediante el consenso. De acuerdo con Goffin “ser tolerante es reconocer al otro en su complementariedad, es desear el intercambio y la cooperación dentro de la igualdad. La tolerancia excluye todo tipo de imperialismo, incluso el imperialismo disciplinar”.
- Autonomía: Entendida como la capacidad individual y colectiva para influir responsablemente sobre el medio ambiente y en especial en el espacio geográfico en el que se desenvuelven las personas. La autonomía implica la participación en la toma de decisiones para buscar y seleccionar alternativas adecuadas a su realidad, que les permita conservar y mejorar su medio ambiente como también concertar soluciones a sus problemas específicos.
- Responsabilidad: Los tres valores anteriores (solidaridad, tolerancia, autonomía) son interdependientes y su práctica conlleva a que los individuos y las comunidades construyan una nueva manera de ver el mundo, basada en el profundo respeto por sí mismo, por los demás y por la naturaleza (yo - los demás-naturaleza), generando actitudes responsables en el manejo de su entorno y garantizando una mejor calidad de vida. Goffin sostiene que la esencia de la educación está en los valores y que éstos no pueden convertirse en comportamientos sin la internalización de las actitudes. De ahí que la construcción de una nueva ética ambiental debe apoyarse en la formación de actitudes y valores como mediadores conscientes de las relaciones hombre-sociedad-naturaleza, con el fin de que los sistemas tanto naturales como sociales tengan un manejo responsable. Así pues, el maestro, quiéralo o no, dado el rol que juega dentro de la comunidad educativa, con su actitud, su comportamiento y su modo de actuar está proyectando sus propios valores, los cuales son tenidos en cuenta (y muchas veces imitados) por sus alumnos y por otras personas de la comunidad, de ahí la importancia de los docentes como constructores y cohesionadores sociales. Por eso la educación debe hacer explícitos tanto el propósito como las estrategias para que los valores se construyan, se vivan y se apliquen en la escuela y fuera de ella.

1.2. La enseñanza de las ciencias y la educación ambiental

La enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental debe enfatizar en los procesos de construcción más que en los métodos de transmisión de resultados y debe explicitar las relaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre, la naturaleza y la sociedad.

Como regla general el profesor de ciencias hace una equivalencia entre enseñar una determinada área de conocimiento científico con la exposición clara, ordenada y lógica de los resultados teóricos y experimentales del área de conocimiento en cuestión. Vale la pena anotar que la claridad, el orden y la lógica se entienden desde la perspectiva del profesor sin tener en cuenta la del alumno y generalmente los resultados expuestos no son actualizados. Este estado de cosas, a nuestra manera de ver, dirige al estudiante más hacia la memorización que hacia la creatividad: a él le queda imposible comprender la exposición con la “lógica del profesor” y tiene que recurrir a cualquier tipo de estrategia que le permita aprobar la materia o asignatura.

El estudiante no entiende esta lógica, entre otras razones, porque ella supone la comprensión de los problemas que la teoría expuesta resuelve y no se asigna un tiempo adecuado para un buen planteamiento de ellos. En este momento nos parece oportuna la siguiente pregunta en términos generales y no sólo referida a los estudiantes de secundaria: ¿Es posible entender los resultados de una ciencia sin entender los problemas que los originaron ni el proceso por el cual se llegó a ellos? No sólo es necesario construir conocimientos acerca de los objetos, eventos y procesos del mundo natural, sino que el alumno debe pensar y repensar acerca de la calidad de sus relaciones con el medio. Igualmente, las relaciones entre las ciencias naturales, la tecnología y la sociedad deben ser tenidas en cuenta. Ello implica un enfoque interdisciplinario durante la formulación y desarrollo de los Proyectos Pedagógicos, ya que a través de ellos se tratará de resolver exitosamente un problema, satisfacer una necesidad, obtener un beneficio, etc.

Puesto que no disponemos de fórmulas globales que den respuestas globales a todos los problemas, se hace necesario recurrir a los aportes de las distintas áreas y asignaturas, ya que ellas ofrecen modelos, métodos, técnicas e instrumentos rigurosos y propios que nos ayudan a conocer. Es a través de las aportaciones metodológicas y conceptuales de las disciplinas que se llega a una mejor comprensión del mundo y de lo que sucede en él. Giordan afirma que la enseñanza de las áreas y sus disciplinas no se justifican por sí mismas o por sus objetivos propios, sino por su participación en la construcción de sentido (significado) en un proyecto vital dentro de un contexto cultural.

Además, los materiales que se diseñen para los alumnos deben estimular a los estudiantes a aventurarse más allá de los límites de cada disciplina (biología, física, química, etc.), hacia consideraciones más amplias acerca de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan el tratamiento de cuestiones éticas o de valores personales y sociales y se analicen las influencias que los antecedentes y las aplicaciones de la ciencia y la tecnología tienen en el medio ambiente y, por tanto, cómo inciden en el desarrollo sustentable del país y en la calidad de vida de las personas y de los grupos sociales.

En resumen, se trata de propiciar la construcción de una conciencia ética, para lo cual se debe suscitar en el alumno una reflexión intencionada sobre cómo su aprendizaje se está llevando a cabo, los caminos y procedimientos que ha recorrido, sus aciertos y desaciertos, como también sobre la calidad y validez de los conceptos elaborados, las normas, valores, métodos, técnicas y actuaciones, sus consecuencias y los impactos generales por las relaciones hombre-sociedad-naturaleza- ciencia-tecnología.

A propósito de la conciencia ética y del enfoque interdisciplinar de las ciencias naturales y la educación ambiental, hay que tener en cuenta que los problemas ambientales, científicos y tecnológicos hacen que por su naturaleza, concurren aportes desde diferentes perspectivas: la física, la química, la biología, deben entrar en diálogo franco entre sí y con la ecología, las ciencias sociales, la tecnología, las matemáticas, la estadística, y suscitar reflexiones sobre

cómo desarrollar una ética de fraternidad entre todos los seres de la naturaleza. Es necesario cuidar de los ecosistemas, lo que significa a la larga, cuidarnos a nosotros mismos. Esta fraternidad entre hombre y naturaleza, es la forma moderna de entender la justicia. Es la manera de convivir sin agredirnos; sin hacer violencia, sin destruirnos (Cely, 1994).

Al identificar y analizar las distintas relaciones interdisciplinarias es necesario resaltar la dimensión social (y práctica) de la ciencia y la tecnología en sus dos vertientes más sobresalientes: la dimensión social, entendida como los condicionantes sociales, o en la forma en que factores sociales contribuyen a la génesis y consolidación de procesos y productos científico tecnológicos; y la dimensión social, entendida como las consecuencias sociales, o la forma en que los procesos y productos de la ciencia-tecnología inciden en nuestras formas de vida, nuestros valores y formas de organización social (González, 1996).

El proceso educativo en las ciencias naturales y la educación ambiental debe ser un acto comunicativo en el que las teorías defectuosas del alumno se reestructuran en otras menos defectuosas bajo la orientación del profesor. El supuesto anterior señala que el estudiante, lejos de tener un papel pasivo en el proceso educativo, tiene una gran cantidad de convicciones acerca de un determinado tema que generalmente son contrarias a las enseñanzas de los profesores. El estudiante, como ser racional, espera buenas razones para abandonar sus convicciones. Pero, por lo general, lo que recibe es una imposición violenta de teorías que no entiende o que no comparte, por verlas alejadas de su intuición; la imposición se hace con la violencia de la nota: o bien el estudiante adopta los modelos explicativos del profesor, o bien no aprueba el área o la asignatura.

Se han realizado investigaciones educativas sobre pre-concepciones o ideas previas, (llamadas también esquemas conceptuales, errores conceptuales, ideas intuitivas, ideas alternativas, ciencia del alumno...) cuyos resultados sirven como puntos fundamentales de apoyo para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y la educación ambiental, y para el manejo conceptual en el área.

Dichas investigaciones han arrojado resultados sorprendentes sobre las estructuras cognitivas y las concepciones equivocadas que persisten en los estudiantes después de haber terminado la secundaria y aún en la universidad. Las pre-concepciones del alumno (o de cualquier individuo) son el fruto de la percepción y estructuración cognitiva basadas en experiencias cotidianas tanto físicas como sociales que dan como resultado un conocimiento empírico de la ciencia. Estas pre-concepciones se construyen a partir de observaciones cualitativas no controladas, aceptando las evidencias acríticamente. Vale la pena precisar que el conocimiento del niño sobre lo que lo rodea se está construyendo desde su infancia mediante su acción sobre el mundo y la representación simbólica de él, influida por el medio sociocultural en donde crece. Por ejemplo, es muy común decir, “el sol sale por el Oriente y se oculta por el Occidente”. La estructura cognitiva es coherente y parte de una observación aparentemente evidente. Pero sabemos que no corresponde a la explicación científica. Este puede ser un ejemplo de una pre-concepción equivocada que es mantenida por el lenguaje cotidiano.

Howard Gardner (1991) denomina “pre-concepciones equivocadas”¹² a las ideas erróneas en las ciencias naturales. Muchos son los ejemplos reseñados que sobre pre-concepciones equivocadas se dan desde diferentes disciplinas. Aquí transcribiremos algunas: Muchos estudiantes aseguran que la fuerza de gravedad ejercida en un objeto es mayor en la medida que el objeto se encuentre más alto. Un niño de 11 años explica “cuánto más alto llegue mayor será el efecto de la gravedad sobre la misma porque si usted se queda ahí y alguien deja caer un guijarro sobre él (sic) sólo le dará una punzada. Pero si yo lo dejo caer desde un aeroplano, se aceleraría más y más rápido y cuando golpeará a alguien le mataría” (Driver, 1986).

En relación con las nociones de fuerza y movimiento, la idea de que “los cuerpos más pesados caen más aprisa que los ligeros”, persiste incluso en estudiantes universitarios y esto sucede después de haber realizado numerosos ejercicios numéricos sobre la caída de cuerpos. Analicemos otro ejemplo citado por Gardner sobre la joven Jane, quien conocía todos los formalismos que se le enseñan a los estudiantes de primer año de universidad. A pesar de que Jane era capaz de recitar sin errores las leyes de Newton sobre el movimiento, de resolver ecuaciones y de emplear los principios de suma de vectores, cuando se le pedía que los aplicara a la solución de problemas en un juego de computador, donde era pertinente utilizar las leyes de Newton, fracasó rotundamente al igual que muchos estudiantes de primaria y secundaria. Lo que es sorprendente es que durante un tiempo ella fue incapaz de relacionar la tarea con la física que había aprendido en el salón de clase. Una posible explicación es que su física espontánea y la física del salón de clase no tienen relación alguna. Dice Gardner “El comportamiento de Jane es típico de lo que sucede cuando los estudiantes que han tenido entrenamiento formal en física o ingeniería se enfrentan a problemas por fuera del aula”.

Aparentemente las pre-concepciones equivocadas en física son más frecuentes que en otras disciplinas como la biología o por lo menos algunas pre-concepciones equivocadas de la biología en el período de la niñez, se resuelven prontamente. Por ejemplo, los niños a los diez años han superado ya el concepto de que sólo los seres que se mueven son seres vivos, o que todas las funciones biológicas del ser humano están bajo control de su voluntad. Sin embargo, cuando se profundiza en la biología, aparecen pre-concepciones equivocadas semejantes a las de la física. “La comprensión de la teoría de la evolución, parece tener tantos obstáculos como la comprensión de las leyes del movimiento de Newton” (Driver, 1986).

Si pidiésemos explicaciones a los estudiantes sobre el proceso por medio del cual las plantas elaboran alimentos, nos sorprenderíamos sobre la gran variedad de pre-concepciones equivocadas en torno al tema.

La caracterización de estos conocimientos previos (pre-concepciones) coinciden básicamente en que:

- Están dotados de cierta coherencia interna.
- Son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades.
- Presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento.
- Son persistentes, es decir, no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual, incluso reiterada.

Estas pre-concepciones señaladas como persistentes después de la secundaria y aún de la universidad, dejan en cuestión las inadecuadas estrategias utilizadas en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales (y de otras áreas) y el desconocimiento y poco interés por los conocimientos previos del alumno y cómo son manejados en el entorno social donde vive (creencias, hábitos, costumbres).

A menudo las estrategias utilizadas en la escuela no hacen posible la confrontación de teorías, principios y generalizaciones con la realidad cotidiana del alumno. Tal como se propone aquí, la misión del profesor de ciencias es la de entablar un diálogo (podríamos decir socrático) por medio del cual el estudiante tiene la oportunidad de llegar a la conclusión de que la teoría del profesor es menos defectuosa que la suya propia. Decimos “menos defectuosa” porque es muy importante resaltar el hecho de que ni el profesor ni nadie tiene la verdad absoluta; su misión es la de permitirle al estudiante apropiarse de un legado cultural en permanente

evolución como son las teorías científicas. El estudiante que se apropia de este legado podrá ser uno de los que lo modificarán en busca de mejores explicaciones del mundo conocido y de preguntas que nos lleven a la ampliación de su extensión.

En la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias naturales y la educación ambiental, al igual que en la ciencia, muchas veces las preguntas son más importantes que las respuestas. El proceso constructivo de la ciencia se dirige fundamentalmente por la forma como se plantean las preguntas. Ellas son las que demarcan el terreno de aquello hasta ahora desconocido; es decir, las preguntas señalan ahí por donde hay que explorar. Ahora bien, lo desconocido no puede señalarse sino desde lo conocido. Para poder preguntar es necesario entonces conocer previamente; y cuanto mejor se conoce, mejor se pregunta. Las preguntas más importantes en la ciencia provienen de quienes conocen singularmente bien un determinado campo, de ahí la importancia de que el docente domine la materia a enseñar.

La pregunta es una excelente medida de la comprensión de un sistema de conocimiento. Quien queda sin preguntas ante la exposición de una teoría, es alguien que, con una probabilidad muy alta, no ha entendido en su totalidad la teoría ni las implicaciones de ella. Todos nosotros hemos vivido en carne propia el demorado proceso de entender las preguntas fundamentales de una teoría el de poder identificar una pregunta de investigación importante. Las preguntas tienen además otra función: ellas son las que señalan las discrepancias dentro de una misma teoría. Quien ha entendido bien una teoría y sus implicaciones puede detectar cuándo dos de ellas son incompatibles y, por tanto, cuándo la teoría es contradictoria.

Pero son también ellas las que pueden distraer la atención de los científicos en pseudo-problemas. Toda una comunidad científica puede invertir una buena cantidad de años de trabajo tratando de responder preguntas que era mejor no plantearse porque la respuesta era imposible. Pero tal vez la única forma de saber que se trata de un pseudo-problema sea precisamente plantearse la pregunta. Desde la perspectiva constructivista la pregunta es un momento de desequilibrio: las representaciones sobre un sector del mundo no encajan, no concuerdan con él. Es necesario modificar las representaciones. Cuando se logra una representación concordante, tenemos un nuevo equilibrio hasta el momento en que nuevos conocimientos pongan en conflicto las representaciones hasta el momento en equilibrio.

Uno de los factores inmensamente limitantes de nuestro sistema educativo es precisamente el tiempo tan escaso que le dedicamos a las preguntas en el desarrollo de los temas de clase. Las pocas preguntas que el profesor formula dentro del salón de clases, las formula con la expectativa de recibir una respuesta rápida y correcta; se evita “gastar” demasiado tiempo en la respuesta a esas preguntas. Las todavía más escasas preguntas de los alumnos van dirigidas a aclarar algunos detalles o a pedir una mejor explicación de algo. Ninguna de estas preguntas son del tipo que construyen conocimiento. En un excelente libro titulado *The art of problem posing* Brown y Walter exponen de una forma muy sencilla una propuesta muy interesante sobre cómo desarrollar diversos temas de matemáticas a través de preguntas y planteamientos de problemas interesantes. En palabras de estos autores, se trata de lograr que el estudiante deje de ser un espectador y se convierta en un actor en el proceso educativo del cual él debe ser el mejor beneficiario.

La educación, como regla general, proscribía el error. Una mala calificación es la forma más usada para hacerlo. Un estudiante no aprueba un logro porque el número de errores sobrepasa el límite aceptado. Sin embargo, el problema se presenta en forma diferente; se dice que el estudiante pierde un logro (o la materia, o el año) “porque no sabe”. Se está entonces afirmando que existe una implicación entre la comisión de errores y la ausencia de conocimiento, que no siempre es fácil de argumentar. Pero, lo que tal vez es más grave, es que de costumbre se afirma también la implicación contra recíproca, que muchas veces nos

lleva a engaños: si no hay errores entonces hay conocimiento. Un muy buen ejemplo de este tipo de engaño lo constituye la siguiente anécdota. Para la elaboración de este documento se planeó la presentación de los resultados parciales en conferencias, simposios, talleres, encuentros, etc. En uno de estos eventos, una pequeña estudiante de colegio (tenía alrededor de nueve años) asistía a una presentación de experiencias en la enseñanza de la física desde un enfoque constructivista que ilustraba algunos de los principios metodológicos consignados en este documento. La experiencia en cuestión se refería a un experimento muy sencillo pero que produce un gran asombro en las personas que lo observan. Se toma un vaso que contiene algo de agua; se lo cubre con una pequeña hoja de papel que bordea la circunferencia que describe la boca del vaso; se presiona sobre la hoja para sellar el vaso y se voltea el vaso de tal forma que el papel se convierte en la base del vaso y la “verdadera” base queda orientada hacia arriba. Lo que asombra a quienes no conocen el experimento ni la explicación del fenómeno resultante, es que “el agua no se cae”. Con el fin de ilustrar la forma cómo reacciona un estudiante ante esta situación, el expositor le preguntó a la niña que, en su opinión, por qué “el agua no se caía”. Ella con gran naturalidad dijo: “Por la presión”. Ello indudablemente no era lo que se esperaba que dijera, dada su edad. Se le preguntó si ya conocía el experimento y ella respondió que sí: “lo vimos en clase de ciencias”. La niña había aprendido la respuesta y según un criterio normal podría decirse que había contestado correctamente. Después de la exposición, se dio el siguiente diálogo con la niña:

- Expositor: ¿Qué pasará si el papel se quita?
- Niña: Pues el agua se cae.
- Expositor: ¿Y por qué se caería?
- Niña: Porque si tú quitas el papel, el aire entra, la presión se disuelve y se sale del vaso, entonces el agua se cae.

Esta anécdota nos sirve para señalar lo engañoso que puede ser el valorar prematuramente una respuesta, sin indagar acerca de las razones que el estudiante tiene para responder en la forma como lo hizo. Si la respuesta es errónea, muy probablemente se da una situación más interesante en el sentido de que posibilita la apertura de un espacio para la reflexión, para el análisis del error, como posteriormente se hizo en el caso descrito. Solamente este análisis permite el ajuste de los conceptos, de las teorías implícitas que el estudiante siempre posee. Sin este análisis el error se elimina por imposición (a través de la nota del régimen académico) pero seguramente reaparecerá fuera del contexto del medio escolar o académico. El estudiante puede no volver a cometer un determinado error en un examen, porque habrá aprendido a no hacerlo; pero nunca podrá llenar el vacío teórico o eliminar la contradicción que pueden estar generando ese error (por ejemplo, nunca escribirá un fraccionario cuyo denominador sea el cero, pero nunca entenderá la contradicción que ello implica dentro de la concepción aritmética de multiplicación).

Un buen análisis de un error desemboca en un ajuste o replanteamiento de los conceptos y de las teorías que el estudiante ha construido, lo cual redundará en una mejor reconceptualización del mundo que le permitirá entenderlo mejor. Entendido desde esta perspectiva, el error es un momento más del aprendizaje y nunca algo indeseable que debe ser proscrito.

1.3. El papel del laboratorio

Los alumnos y el profesor, al igual que los científicos, van al laboratorio para “interrogar” a la naturaleza con el fin de confirmar o rechazar sus hipótesis. Cuando el científico va al laboratorio para hacer un experimento, él sabe ya, o mejor, cree saber, lo que sucederá. Este señalamiento lo hace Kant en el prólogo de la segunda edición de su Crítica de la razón pura. Llama la atención sobre el hecho de que no es posible conocer sino aquello que la razón ya sabía previamente. El experimento tiene el papel de confirmar o falsear las hipótesis que el científico ha construido sobre la base de sus idealizaciones acerca del Mundo de la Vida. El instrumental y la forma como éste se ha dispuesto son ya una consecuencia de esta idealización.

El plano inclinado que pulió Galileo y las esferas de diversas masas que hizo rodar por él mientras contaba los compases que con un instrumento de cuerda podía ejecutar desde el momento en que la esfera se ponía en movimiento hasta cuando tocaba la mesa, eran las condiciones más cercanas a las ideales que podía lograr con aquello que estaba a su alcance. Y ese ideal era permitir el movimiento de esferas de diversas masas sin que actuara sobre ellas algo diferente de la fuerza ejercida por la atracción entre la masa de la tierra y la de la esfera, con el fin de mostrar lo que él ya sabía: que Aristóteles estaba equivocado al afirmar que los cuerpos pesados caen más rápidamente que los livianos. Mediante un plano perfectamente pulido, él estaba idealizando ciertos sucesos del Mundo de la Vida: los objetos que caen. Y era necesario hacerlo así pues los cuerpos cayendo tal como caen las piedras, o el vaso de la mesa o la famosa manzana del árbol, planteaban problemas de medida insalvables para la época. Para poder hallar alguna regularidad expresable a través de relaciones numéricas es imposible, la mayoría de las veces, actuar sobre los sucesos tal como se presentan en el Mundo de la Vida. Es necesario hacer arreglos cuidadosos para poder establecer aquello que ya se sabe. Es necesario, diría Kant, saber interrogar a la naturaleza para establecer si ella se comporta como previamente se ha determinado que lo hace, apoyándose en buenas razones.

Es así como los experimentos de Galileo, los de Mendel o los de cualquier otro científico fueron diseñados teniendo en cuenta sus conjeturas, sus hipótesis, que no pueden entenderse sino dentro del amplio contexto de su obra científica global: el experimento de Galileo con el plano pretendía poner a prueba la hipótesis de que las esferas aumentarán su velocidad a una tasa constante y que esta tasa sería independiente de su masa; en otras palabras, Galileo pensaba que una esfera de gran masa aumenta su velocidad a la misma tasa que lo hace una de muy poca masa. Y esta hipótesis era congruente con toda una forma de entender el movimiento de los cuerpos en el espacio y, lo que es más importante, esto era congruente con una filosofía, una cosmovisión del mundo (opuesta a la de Aristóteles) que le daba contexto y la hacía comprensible. Así mismo, Mendel antes de hacer sus experimentos con sus plantaciones de guisantes (que por el hecho de hacerlas mediante ciertos arreglos cuidadosamente diseñados, su huerta se convertía en su laboratorio) suponía qué resultados iba a obtener porque ya había construido una teoría que le permitía entender cómo los organismos vivos heredan sus características físicas.

Ahora bien, si los experimentos de Galileo o de Mendel no hubieran concordado con sus conjeturas, ellos hubieran tenido que aceptar que sus teorías eran falsas o equivocadas, al menos en la forma como las habían formulado; habrían tenido entonces que reformularlas o descartarlas de plano. En el laboratorio escolar no se puede actuar de manera diferente. Si el estudiante no va al laboratorio con su mente bien preparada, es decir, si no va con una hipótesis acerca de lo que debe observar si lleva a cabo tales y tales procedimientos, y toma tales y tales medidas, no podrá entender qué es lo que sucede cuando realiza su experimento. Ahora bien, un alumno no puede entender sino aquello que él ha podido reconstruir mediante la reflexión, la discusión con sus compañeros y con el profesor, o mediante la acción sobre los

objetos del mundo. Entonces la hipótesis con la que el estudiante llega al laboratorio debe ser producto de su propia actividad intelectual. En este sentido, debe ser, o bien un procedimiento para restablecer el equilibrio cognitivo que perdió al observar un fenómeno inesperado o al predecir un resultado que en efecto no se observó, o bien un procedimiento para reafirmar una teoría que ha tenido éxito hasta el momento.

Sin lo anterior, no habrá ningún “compromiso” intelectual entre el estudiante y las observaciones del laboratorio. La falta de este compromiso hace que el experimento no tenga ninguna inferencia en la forma como el estudiante entiende la clase de fenómenos del Mundo de la Vida que representa ese experimento. Mucho menos entenderá la forma como el experimento idealiza las relaciones entre esos fenómenos con el fin de que las conclusiones que de él se deriven, resistan las críticas más agudas y puedan ser expresadas en términos de relaciones numéricas. Por estas razones, el profesor debería orientar a sus alumnos para que ellos mismos diseñen los experimentos. Para esto es necesario comprometerlo con una pregunta; debe sentir la curiosidad típica del científico; debe sentir esa imperiosa necesidad de dar una respuesta a ese interrogante que le exige poner en funcionamiento toda su capacidad de razonar.

Indudablemente es un ideal difícil de lograr por diversas razones; algunas de ellas de orden práctico. Pero, sin duda alguna, no es un ideal imposible de alcanzar. Si en la escuela se crea desde un principio la posibilidad de que el alumno pregunte desde su perspectiva acerca de los fenómenos del Mundo de la Vida, utilizando su lenguaje “blando” pero significativo, en vez de imponerle autocráticamente el lenguaje “duro” de la ciencia que, sin una adecuada transposición didáctica, no tendrá nunca significado para el alumno, y en vez de poner artificialmente en su boca las respuestas a las preguntas que él nunca tuvo ni el modo ni el tiempo de hacerse, seguramente este ideal se mostrará cercano a nuestras posibilidades. Existen diversas formas que los investigadores en estrategias didácticas han identificado para lograr estos ambientes en los que el estudiante desarrolla su capacidad innata de asombrarse y de preguntarse, y obviamente de aventurar, imaginar respuestas. No es pertinente entrar en un análisis de estas nuevas estrategias. Pero sí es importante señalar desde ahora que continuar con aquellas guías de laboratorio en las que se le dan instrucciones precisas sobre las operaciones experimentales que debe ejecutar y las observaciones y medidas que debe realizar para después preguntarle a qué conclusiones puede llegar y después inducirlo a dar las conclusiones “a las que había que llegar” no tienen sentido dentro del marco de esta propuesta de renovación curricular, pedagógica y didáctica.

Tratar de esta manera el laboratorio lo desvirtúa, no sólo desde el punto de vista científico sino, lo que es más grave, desde el punto de vista didáctico. Hemos dicho que la enseñanza de las ciencias debe reproducir sus procesos de construcción y no los de exposición. Las guías a las cuales hemos hecho mención están concebidas desde una perspectiva expositiva. Se trata de ilustrar un principio que ya “se le ha enseñado al alumno”. Podría pensarse que existe una forma de trabajar en el laboratorio en la que es imposible afirmar que el investigador podía saber de antemano lo que sucedería. Nos referimos a lo que se conoce con el nombre serendipity; la “capacidad del científico para aprovechar la oportunidad de algo que sucedió por casualidad”. Sin embargo, como decía Pasteur, es necesario tener la mente bien preparada para poder beneficiarse de una feliz casualidad en el laboratorio. Sin esta mente preparada que nos permita ver la ocasión como algo inesperado pero valioso, dejaremos pasar la oportunidad sin reaccionar ante ella.

La historia acerca de cómo Pasteur llegó al concepto de vacuna y a la producción de la primera de ellas es precisamente uno de los hallazgos casuales más famosos. Analicémoslo con el fin

de mostrar otra perspectiva acerca del trabajo en el laboratorio. Hemos hecho en este documento una referencia, con cierto detalle, a la controversia que existió en la ciencia durante muchos siglos acerca de la generación espontánea. Como se menciona en ese aparte, Pasteur era un profundo convencido de que la teoría de la generación espontánea era, en sus propias palabras, “una quimera”.

La idea de que los microorganismos, a pesar de su sencillez, debían provenir de otros organismos de la misma especie y, por otro lado, la idea de que muchas enfermedades y las heridas que superaban eran causadas por microorganismos, hacían pensar a Pasteur que era posible proteger al hombre de estas amenazas, en la mayoría de los casos mortales, si se encontraba un método para matar esos organismos o impedir que entraran en contacto con el hombre. Es importante señalar que dos de sus hijas murieron de enfermedades que hoy llamaríamos infectocontagiosas. Dentro de este contexto, Pasteur se encontraba realizando un experimento con el que pretendía demostrar que el cólera de las gallinas era originado por la presencia de un microorganismo que se podía observar a través de un microscopio en la sangre de un animal enfermo, y que si este agente patógeno, como lo denominaba Pasteur, se inyectaba en la sangre de un animal sano, éste enfermaría y moriría. Pasteur había ya observado que lo que él predecía que sucedería desde su teoría acerca de las enfermedades, en realidad se daba: los pollos a los cuales se les inyectaba sangre de un pollo con cólera, enfermaban y morían de cólera.

En algún momento del experimento, se dio la casualidad de que uno de los asistentes de investigación contraía matrimonio. Pasteur era, y tenía fama de ser, severo e irascible. Su asistente temía que su jefe le fuera a negar unos días de licencia para su luna de miel. Cuando habló con Pasteur y obtuvo sin problema el permiso, se sintió tan alegre que olvidó inyectar sangre infectada a un grupo de pollos utilizados en el experimento. Al regreso del viaje de bodas, el asistente encontró en el laboratorio las probetas con la sangre infectada; se dio cuenta de su olvido y, antes de que su jefe se percatara del error, le inyectó a los pollos la sangre de las probetas. Inesperadamente para Pasteur, estos pollos no murieron; algunos de ellos desarrollaron los síntomas de la enfermedad en forma leve y muy pronto se restablecieron. Pasteur le dio gran importancia a este hecho; hubiera podido pensar que se cometió algún error y seguir el experimento sin dar mayor trascendencia a este fracaso. Él en persona le volvió a inyectar a los mismos pollos sangre contaminada. Como hoy es de esperarse, los resultados fueron exactamente los mismos: ningún pollo enfermó. Pasteur le pidió entonces a su asistente que le dijera en forma muy precisa la forma como había llevado a cabo los procedimientos experimentales con estos pollos. Su asistente, convencido de que irremediablemente perdería su puesto, confesó con toda franqueza su olvido. Su sorpresa no fue poca cuando Pasteur le pidió emocionado que repitiera el proceso en forma meticulosamente igual. Sin entender mucho lo que pasaba, pero contento de ver la reacción de su jefe, hizo lo que él le pedía. En efecto, el asistente no podía ver lo que Pasteur veía en este aparente fracaso: una forma de proteger al ser humano y los animales de las enfermedades causadas por microorganismos. Y lo podía ver porque, entre otras razones, ya lo había imaginado y de alguna manera era lo que estaba buscando, así el experimento mismo no hubiera sido diseñado con ese fin específico.

En efecto, algunas investigaciones posteriores y las reflexiones acerca de sus resultados lo llevaron a concluir que la demora para inyectar los pollos había hecho que los agentes patógenos se debilitaran dándole así tiempo al organismo para que creara defensa contra estos organismos: ésta era una excelente forma de proteger al ser humano y los animales de los microorganismos que amenazan su salud. Este procedimiento de vacunar contra las enfermedades es hoy ampliamente conocido gracias a una mente bien preparada como la de Pasteur que no dejó pasar esta oportunidad. Si bien en este caso y en todos los similares, muchos de ellos también muy famosos, el experimentador no podía decir lo que sucedería al

finalizar el experimento, también es cierto que el experimentador tenía ideas muy claras (aunque posiblemente equivocadas) sobre lo que debía suceder. Estas mismas ideas son las que hacen ver como inesperado, sorprendente o asombroso un resultado o un fenómeno particular: lo que se observa está por fuera de lo “permitido” según la teoría. Esta discrepancia pone en funcionamiento nuestra razón para, en palabras de Piaget, enfrentar este desequilibrio. Si el experimentador va al laboratorio sin ideas preconcebidas, nada lo sorprenderá, nada lo asombrará o, lo que es más probable, no verá nada. Estará en una situación similar a la de un niño de dos o tres años ante un mago que saca de su sombrero una paloma: a pesar de que el mago ha mostrado que el sombrero estaba desocupado antes del “pase mágico”, el niño no se sorprende al ver que la paloma sale: simplemente se emociona al ver el animalito, pero esta emoción es exactamente la misma que hubiera tenido al verlo en un parque. El niño no puede ver en ese suceso ninguna magia porque la “teoría” que él tiene acerca del mundo no “prohíbe” que las palomas surjan de los sombreros de un momento a otro. Sólo quien conciba al mundo de forma tal que haga ver imposible el hecho de que las palomas puedan surgir de los sombreros sin haber entrado en ellos, aplaudirá al mago lleno de asombro.

El laboratorio es pues el sitio donde se diseña la forma de someter a contraste las idealizaciones que hemos logrado acerca del Mundo de la Vida, mediante procedimientos que son concebidos dentro de la racionalidad de estas mismas idealizaciones y que tienen la misión de proveer elementos de juicio para tomar una decisión acerca de la objetividad de estas idealizaciones. En otras palabras, en el laboratorio podemos encontrar los argumentos de mayor peso para poder argumentar ante la comunidad científica la necesidad de refutar o confirmar la teoría que explica la clase de fenómenos a la cual pertenece lo observado en el laboratorio. Sin esas idealizaciones, sin un marco teórico que le dé al estudiante la posibilidad de observar, el experimento en el laboratorio es una actividad enteramente superflua.

Este marco teórico le permitirá al estudiante beneficiarse de las actividades en el laboratorio en alguna de las siguientes formas: La primera es observando efectivamente lo que, desde su teoría, él suponía que debería suceder: habrá confirmado su teoría. La segunda es observando que no se cumplen sus predicciones: habrá falseado su teoría y tendrá que modificar sus conceptos, supuestos o hipótesis para construir una nueva teoría que resista nuevos intentos falsatorios. La tercera es observando un fenómeno inesperado: tendrá que poner en funcionamiento todas sus estrategias mentales para construir una teoría o modificar las existentes, de tal forma que pueda dar cuenta de este fenómeno de manera satisfactoria

Sin un marco teórico el estudiante no tendrá otra alternativa que la de dejarse imponer explicaciones que no entiende. Si debe presentar un informe de laboratorio recurrirá a libros que tengan las “respuestas correctas” a las preguntas de la guía de laboratorio, recurrirá a sus compañeros del curso superior o a cualquier otra estrategia que le permitirá “pasar el área o la asignatura” pero que no modificará en nada su concepción del mundo.

1.4. Proceso de evaluación

La evaluación en cuanto proceso reflexivo y valorativo del quehacer humano, debe desempeñar un papel regulador, orientador, motivador y dinamizador de la acción educativa. Una renovación integral en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias naturales y la educación ambiental, no puede dejar de lado una renovación en las formas de evaluación; en

efecto, para que en ella se puedan reflejar todas las otras transformaciones e innovaciones de los demás elementos del currículo, la evaluación y los métodos de enseñanza deben reposar sobre una misma concepción acerca de cómo se desarrolla el conocimiento en el medio escolar.

La estructura del marco teórico del área se apoya en el Mundo de la Vida como sustrato del cual se extraen los siguientes componentes: el medio ambiente o mundo de los objetos, eventos y procesos; ciencia y tecnología; contexto escolar e Implicaciones pedagógicas y didácticas. Todos estos componentes deben considerarse al momento de hacer diseño y desarrollo curricular y por tanto, deben ser evaluados. Usualmente la evaluación ha sido entendida como un instrumento de “medición” del aprendizaje y ha cumplido un papel selectivo dentro del sistema educativo. En general, los diversos instrumentos de evaluación han tenido uno o varios de los siguientes objetivos (Ministerio de Educación, 1987):

- Decidir sobre la promoción de los alumnos.
 - Sancionar a los alumnos (instrumento punitivo).
 - Controlar el cumplimiento de los programas.
 - Diligenciar formatos y registros académicos.
 - Diferenciar los “buenos” estudiantes de los “malos” con base en los datos y promedios estadísticos.
- Cumplir mecánicamente normas y dictámenes.

En una concepción renovadora, la evaluación del aprendizaje se refiere a un conjunto de procedimientos que se deben practicar en forma permanente, y que deben entenderse como inherentes al quehacer educativo; en ellos participan tanto docentes como alumnos con el fin de tomar conciencia sobre la forma como se desarrolla el proceso por medio del cual los estudiantes construyen sus conocimientos y sus sistemas de valores, incrementan el número de habilidades y perfeccionan cada una de ellas, y crecen dentro del contexto de una vida en sociedad. En pocas palabras la evaluación debe servir como instrumento tanto de aprendizaje como mejora de la docencia.

Bajo esta concepción, los objetivos de la evaluación deberían ser:

- Estimular la reflexión sobre los procesos de construcción del conocimiento y de los valores éticos y estéticos.
- Identificar lo que el alumno ya sabe (ideas previas) sobre cualquier aspecto por tratar, para tenerlo en cuenta en el diseño y organización de las actividades de aprendizaje.
- Afianzar los aciertos y aprovechar los errores para avanzar en el conocimiento y el ejercicio de la docencia.
- Reorientar los procesos pedagógicos.
- Socializar los resultados.
- Detectar la capacidad de transferencia del conocimiento teórico y práctico.
- Afianzar valores y actitudes.

Las dos concepciones sobre evaluación esbozadas anteriormente nos obligan a detenernos en algunas consideraciones. En primer lugar, bajo la concepción de que evaluar es medir, los profesores (no sólo de ciencias) reducen la mayor parte de sus prácticas evaluativas a pruebas de papel y lápiz; éstas pueden estar constituidas por preguntas abiertas en las que el estudiante puede responder en forma libre, o las llamadas “pruebas objetivas” (en las que el estudiante debe responder seleccionando o completando entre varias posibilidades de

respuesta que se le ofrecen, y entre las cuales el estudiante sabe que está “la correcta”). La calificación de las primeras presenta serios problemas: es prácticamente imposible eliminar toda subjetividad del profesor que sesga los resultados; algunas investigaciones han demostrado, por ejemplo, que una misma respuesta tiende a ser valorada mucho más positiva cuando proviene de un “buen alumno” que cuando proviene de uno “malo”; también se nota la misma tendencia con respecto al sexo: los niños tienden a ser mejor evaluados que las niñas. Estos sesgos son realmente nocivos en el sentido de que el alumno que tiende a ser evaluado como mediocre termina siendo mediocre o el que es mal evaluado termina siendo un mal estudiante.

La calificación de las “pruebas objetivas” no tiene los inconvenientes ocasionados por la subjetividad pero, tal como se utilizan generalmente, difícilmente evalúan algo diferente de la capacidad de memorización del alumno. La evaluación del pensamiento y de la capacidad de argumentar lógicamente se escapa a este tipo de instrumento en la gran mayoría de los casos. Sólo pruebas muy elaboradas pueden dar cuenta de estos rasgos en forma general. Según Novak (1988), tales pruebas que se fundamentan únicamente en el señalamiento de una alternativa de respuesta como “correcta”, “incorrecta”, “verdadera”, o “falsa”, lo que hacen es justificar y recompensar el aprendizaje repetitivo y mecánico y, a menudo, penalizan el aprendizaje significativo.

Pero dentro de una concepción renovada de la evaluación, el profesor debe preocuparse más por evaluar los procesos de aprendizaje que unos resultados desligados de un verdadero desarrollo del pensamiento y debe considerarse corresponsable de los logros que obtengan sus alumnos; su actitud, por tanto, ya no puede ser la de situarse frente a ellos a la manera de juez que los descalifica, sino con ellos a la manera de un compañero y guía en el proceso de construcción del conocimiento. Debe ser consciente de que para ello son necesarios un seguimiento y una retroalimentación permanentes que reorienten e impulsen su labor docente. Así los alumnos, trabajando individualmente o en pequeños grupos, han de poder comparar sus resultados, construcciones y producciones con otros alumnos y con los otros grupos (como sucede con los grupos de investigación científica) a través del profesor, quien debe valorar el trabajo realizado, ofrecer la ayuda requerida o rectificar cuando sea necesario. Se considera que este tipo de evaluación “formativa” es consustancial con cualquier actividad científica y, por tanto, debe formar parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias. Ahora bien, para que la evaluación se convierta en un instrumento para mejorar este proceso, debe cumplir, entre otras, con las siguientes funciones:

Debe jugar un papel orientador e impulsador del trabajo de los alumnos y por tanto la evaluación debe ser percibida por éstos como una ayuda real y generadora de expectativas positivas. Para ello, el profesor debe transmitir su interés y preocupación permanente porque todos sus alumnos puedan desempeñarse bien, a pesar de las dificultades. Ellas no pueden faltar en ningún proceso creativo o constructivo y no deben convertirse en un argumento para “condenar” a los alumnos sino para detectar las deficiencias.

Debe ser integral: es decir, debe abarcar todos aquellos aspectos relevantes del aprendizaje de las ciencias: actitudes, comprensión, argumentación, método de estudio, elaboración de conceptos, persistencia, imaginación, crítica y, en general, los que hemos mencionado como elementos constitutivos de la creatividad. Debe así mismo incluir aspectos tales como: ambiente de aprendizaje en el aula, contexto socio-cultural en que se ubica el centro docente, funcionamiento de los pequeños grupos, las interacciones entre profesor y alumnos, recursos educativos, etc. Como es evidente, todo ello está muy lejos de la evaluación como enjuiciamiento de los alumnos, y nos muestra que se trata de una actividad colectiva en la que tanto profesores como alumnos y la comunidad, participan persiguiendo un fin común: el desarrollo del conocimiento dentro de una formación integral de la persona.

Debe ser permanente: esto es, debe realizarse a lo largo de todo el proceso de enseñanza como del de aprendizaje y no solamente como actividades terminales de una unidad o de un período académico (bimestre, semestre, año escolar). Sólo una evaluación permanente permite reorientar y ajustar los procedimientos en busca de resultados siempre mejores. Con el ánimo de motivar a los docentes para mejorar sus prácticas evaluativas, sugerimos aquí algunas alternativas que consideramos muy promisorias:

Realizar evaluaciones diagnósticas para detectar las ideas previas, preconcepciones o ideas intuitivas que poseen los alumnos antes de abordar un tema, una unidad, una investigación, etc., como también se deben identificar las condiciones o características socio-culturales del contexto interno y externo a la escuela y que inciden en el ambiente donde se desarrolla el aprendizaje. El alumno no es una tabula rasa sino que cada uno trae a la clase una estructura cognitiva, elaborada a partir de la experiencia diaria que le sirve para explicar y predecir lo que ocurre a su alrededor, en el mundo de la vida. Estas ideas previas con las que el alumno llega a clase deben ser tenidas en cuenta puesto que ellas influyen en los significados que se construyen en las situaciones de aprendizaje. Se deberá comenzar siempre por indagar lo que el alumno sabe o cree sobre aquello que se va a tratar. Es necesario hacer aflorar tales ideas, hacerlas explícitas, confrontarlas, clarificarlas, analizarlas y controlarlas..., apoyándose en preguntas reflexivas como: ¿Por qué tiene esa opinión? ¿Por qué piensa así? ¿Qué argumentos tiene para sustentar su respuesta?, etc. (Driver, 1987). La necesidad de partir de lo que el alumno ya sabe para propiciar un aprendizaje significativo, lo resume Ausubel en la siguiente consideración: “si yo tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: averíguese lo que el alumno ya sabe y enséñele consecuentemente” (Ausubel, 1978).

Otra forma de clarificar las ideas previas que traen los alumnos es mediante la elaboración de mapas conceptuales, contruidos por ellos mismos, sobre el tema que se va a tratar. Mediante un mapa conceptual, el alumno puede representar y resumir el esquema conceptual (los significados) en un momento determinado, pero se requiere que tanto profesor como alumnos estén familiarizados con esta estrategia (Novak y Gowin, 1986). También se pueden emplear las entrevistas y los cuestionarios.

Realizar evaluaciones formativas durante el proceso de desarrollo de una unidad, un proyecto, un tema, etc., evaluación que no necesita que se le asigne ninguna nota o calificación, sino que debe servirle al docente para juzgar los aciertos, las dificultades, los logros alcanzados, tanto por él como por los estudiantes y a partir de allí, reorientar las actividades de aprendizaje, con el fin de que la mayoría alcance los logros propuestos. Diversas estrategias pueden usarse con este fin, desde la observación cuidadosa del trabajo del alumno, el análisis de sus anotaciones e informes, los trabajos prácticos realizados tanto de campo como de laboratorio, el esfuerzo y las condiciones del trabajo, las entrevistas y los interrogatorios, hasta la utilización de los diez elementos epistémicos de la (V) heurística de Gowin aplicada a la lectura de material científico como reportes sobre las investigaciones, biografías de científicos y sus descubrimientos, además de que la misma (V) elaborada por estudiantes en trabajos de campo y de laboratorio, debe ser evaluada (Novak y Gowin, 1986).

Igualmente, los problemas que se plantean a los estudiantes con fines evaluativos, deben contemplar también aquéllos de naturaleza abierta, sin datos, en los cuales lo que cuenta son las habilidades intelectuales de los estudiantes para buscarle sentido y solución, y lo que menos importa es su respuesta numérica.

Realizar evaluaciones sumativas a través de previas y exámenes al finalizar una unidad o un período académico. Aunque ya se han señalado las limitaciones de las llamadas pruebas

objetivas que centran su actividad en el refuerzo memorístico de “falso”, “verdadero”, “correcto”, “incorrecto”, etc., hay que anotar que se pueden hacer esfuerzos por mejorar dichas pruebas para que haya más lugar al “pensar”, “discernir”, “concretar” problemas y darles soluciones”, “diseñar experimentos”, “formular hipótesis”, etc., y por supuesto, las previas y los exámenes no deben tomarse solamente como instrumentos exclusivos de calificaciones y por tanto de promoción de los alumnos, sino que también deben ser convertidos en instrumentos de aprendizaje. Para ello, Gil-Pérez hace algunas recomendaciones (Gil-Pérez, 1991):

- Es necesario que la previa o el examen supongan la culminación de una unidad o de la materia proyectada para un semestre o año escolar.
- Es también necesario que la previa o el examen sean corregidos y devueltos a los estudiantes lo antes posible y se discuta con ellos cuestión por cuestión, acerca de sus respuestas, de sus errores, sus ideas intuitivas. Así cada alumno con su previa o examen al frente, estará atento y participará en la toma de conciencia sobre sus aciertos y desaciertos.
- Es conveniente dar la oportunidad de que, después de la discusión, los alumnos rehagan su previa o examen en la casa y puedan volver a entregarlo. Así se afianzará lo aprendido y esto lo puede comprobar días después el profesor, con pequeños ejercicios evaluativos sobre aquellos aspectos que presentaron mayores dificultades.
- Las condiciones de realización de previas y exámenes deben ser compatibles con lo que supone una construcción de conocimientos: tentativas, éxitos, fracasos, errores, rectificaciones, etc. Ante todo, el profesor debe evitar “rotular” a sus alumnos como “buenos” o “malos” por los resultados obtenidos en la prueba.
- Se insiste en que la nota, calificación o valoración no debe ser únicamente la que corresponde a previas o exámenes, sino que los alumnos han de ver debidamente valoradas todas sus realizaciones.

Realizar autoevaluaciones periódicas: con frecuencia, tanto alumnos, como docentes y demás miembros comprometidos en el proceso educativo, deben hacer sus propias reflexiones y valoraciones acerca de los procesos vivenciados, logros alcanzados, dificultades, desempeños personales y de grupo, etc., con el fin de introducir las innovaciones requeridas. A los estudiantes se les debe dar la oportunidad de reflexionar sobre su propio conocimiento; se les debe dar la posibilidad de que piensen acerca de cómo éste va evolucionando. Driver propone que una estrategia efectiva para ello es que los alumnos comparen sus ideas al principio y al final del aprendizaje; que escriban anotaciones personales sobre su propio aprendizaje (meta-aprendizaje), en sus cuadernos; que adquieran el hábito de registrar sus reacciones ante los temas que encuentran difíciles, interesantes, triviales. Estas autoevaluaciones deben incluir la formación de hábitos de trabajo, el cambio de actitudes hacia los temas estudiados y sus sentimientos hacia el medio educativo (Driver, 1987).

Así mismo, el docente debe ser consciente de que él es la pieza fundamental en el desarrollo del proceso pedagógico, puesto que a él le corresponde en gran parte la organización del aprendizaje. En su labor, la autoevaluación a través de la reflexión permanente sobre su práctica educativa adquiere gran importancia, puesto que permite identificar logros y deficiencias en sus ejecuciones profesionales, tales como:

- Actitud y valoración de su profesión de educador.
- Dedicación, responsabilidad y desempeño profesional en el trabajo.
- Preparación y dominio del área.

- Conocimiento del desarrollo psicobiológico del alumno, del contexto socio - cultural del centro docente (costumbres, valores, formas de vida, actividades sociales, culturales, económicas, etc.), de los recursos naturales de su entorno, ayudas didácticas disponibles, etc., para la selección, organización y orientación de actividades curriculares.
- Actitud hacia el conocimiento y profundización de teorías e investigaciones educativas, teorías del aprendizaje, tendencias innovadoras en la didáctica del área y en la evaluación.
- Formas de relacionarse con los alumnos, colegas, directivos-docentes, padres de familia, etc., y su incidencia en el ambiente escolar y en el aprendizaje de los alumnos.

También los padres de familia y otros miembros de la comunidad deben participar en la evaluación, por cuanto la acción educativa debe incidir en la promoción del desarrollo comunitario y la comunidad debe sentir que el centro docente está a su servicio y se identifica con su cultura y sus valores. Por tanto, ellos pueden hacer valoraciones sobre si las acciones escolares trascienden o no en la comunidad y cómo ésta contribuye al éxito de la labor educativa. La comunidad puede participar en la evaluación aprovechando las actividades que programa la misma comunidad y/o el centro docente (bazares, festividades, reuniones, convites, convivencias, etc.), a través de charlas informales, cuestionarios, encuestas de opinión, entre otras. Finalmente, queremos hacer la siguiente reflexión sobre la evaluación: generalmente los resultados de las evaluaciones se tienen como algo definitivo e inamovible. Estos resultados también requieren ser analizados críticamente en todos sus procesos y procedimientos, con el fin de establecer congruencias, incongruencias o fallas que hayan afectado la calidad de la evaluación, con el fin de que cada vez que ésta se realice, se aproxime más a la realidad de los objetos evaluados.

En resumen: la evaluación también debe ser evaluada. Más adelante se ampliará el tema de la evaluación al referirnos a los logros y los indicadores de logro curriculares para el área de ciencias naturales y educación ambiental.

1.5. Una alternativa didáctica

La alternativa que aquí se describe es congruente con los fundamentos epistemológicos y pedagógicos expuestos en este documento (Escobedo1997). Tiene un doble objetivo: 1) proponer en forma clara un procedimiento general para enseñar las ciencias ilustrado con ejemplos y 2) fundamentar esta propuesta en una reflexión epistemológica y pedagógica. Se trata de una sugerencia que puede ser aceptada o dejada de lado. Pero si se acepta y se quieren obtener buenos resultados, es necesario seguir los consejos y esto no puede ser interpretado como una imposición sino como la decisión libre de ser consecuente con su elección.

Con el fin de hacer prevalecer el carácter de sugerencias nos centraremos en los diversos componentes del procedimiento propuesto como modelo que serán planteados en la forma de lo que nos parece un “buen consejo”. En torno a estos componentes haremos anotaciones de carácter epistemológico y pedagógico, y cuando sea pertinente y posible ilustraremos con ejemplos.

Inicie cualquier tema nuevo planteando un problema del Mundo de la Vida, relativo a él o a temas relacionados. Desde una perspectiva constructivista, la mejor manera de iniciar un tema científico es planteando un problema que se refiera a ese tema. Es importante señalar de

entrada que lo que para el profesor es un problema para el estudiante puede no serlo: o bien no es comprensible para él, o puede no ser motivante. En cualquiera de estos dos casos el problema no invita ni incita al alumno a resolverlo y, en consecuencia, no tiene las propiedades de los problemas que han originado los trabajos científicos responsables del crecimiento del corpus de conocimiento científico. Los problemas que los científicos abordan comprometen toda su energía, lo involucran integralmente. Pensamos que un postulado pedagógico constructivista que está en el fondo de este componente es que el ambiente escolar debería reproducir el ambiente de las comunidades científicas en las que la voluntad de saber y el amor por el conocimiento son elementos de central importancia. Los problemas incomprensibles para los estudiantes o que no tienen ningún interés para ellos están muy lejos de reproducir ese ambiente científico. La falta de interés, por otro lado, hace que el estudiante tienda al desorden y la falta de concentración. En palabras del alumno propicia el “relajo” o la “recocha”; en palabras del maestro propicia la “indisciplina”. El problema con el que se inicia un tema debe tener entonces las siguientes propiedades:

1. Debe ser lo suficientemente sencillo como para que todo el curso lo entienda y se sienta capaz de ofrecer una solución posible y de opinar acerca de las propuestas de solución de sus compañeros o del profesor.
2. Debe ser lo suficientemente complejo como para que no exista una solución trivial, canónica (una respuesta correcta se diría en el modelo tradicional).
3. Debe ser motivante; debe involucrar a los estudiantes, debe comprometerlos en el trabajo para hallar respuestas válidas, convincentes, bien argumentadas. Debe desequilibrarlos y, en consecuencia, desconcertarlos o asombrarlos.
4. Debe permitir que se adopten diversas posiciones, ojalá opuestas, de forma tal que sea posible promover la discusión entre los estudiantes.

Buenos ejemplos de estos problemas son: “La pesadilla de Virginia”; la pregunta “¿por qué un balón pateado con chanfle sigue una trayectoria doblemente curva (vertical y horizontalmente)?”; la pregunta “¿cuál fue la primera bicicleta y cómo ha evolucionado hasta el día de hoy?” Estas preguntas son buenos problemas en diversos contextos; motivan a los estudiantes. Hay otras preguntas que dependen mucho del contexto: en algunos contextos son buenos problemas y en otros no. Cuando son planteadas por los estudiantes es un muy buen signo de que serán buenos problemas; en efecto, que la pregunta venga de ellos puede querer decir que ya existe un compromiso con el problema y esto lo convierte en un buen problema. Ejemplos de estas preguntas son “¿cómo fue el origen del universo?”, “¿qué es el tiempo?”, “¿qué es el espacio?”

Un elemento muy importante para ser tenido en cuenta es el lenguaje en el que se plantea el problema. En palabras del doctor Federich, los problemas deberían ser planteados en el lenguaje blando del mundo de la vida. Los tecnicismos y el lenguaje duro de las ciencias no es el más apropiado para el planteamiento de estos problemas. En este sentido, la gran mayoría de los problemas de los libros de texto de física deberán ser descartados como buenos problemas para iniciar un tema. Ellos son, en palabras del doctor Perkins, problemas sesgados hacia el profesor; en otras palabras son problemas para el profesor pero no necesariamente para el alumno.

Los problemas de los cuales hablamos aquí están muy relacionados con el concepto de Tópicos Generativos de los cuales hablan el doctor Perkins y sus colaboradores en su propuesta de Enseñanza para la Comprensión (Teaching for Understanding). “Los tópicos generativos se refieren a aquellas ideas y preguntas centrales, que establecen múltiples relaciones entre unos temas y otros, y entre estos temas y la vida de los estudiantes, por lo cual generan un auténtico interés por conocer acerca de ellos. Se han llamado Tópicos

Generativos porque este nombre evoca su poder para generar conocimientos, relaciones, un interés y necesidad –y por ende un compromiso auténtico–por indagar sobre el asunto que se quiere entender” (Jaramillo y Bermúdez 1997).

En otro trabajo (Vasco et al.1998) se propone una buena cantidad de relaciones entre los Tópicos Generativos, los problemas y la enseñanza integrada. Quienes estén interesados en este tema particular pueden consultar este trabajo. Resaltemos un punto de suma importancia: desde el momento en que el profesor o los alumnos plantean un problema, debe intentarse instalar a los alumnos en un ambiente de búsqueda, de discusión, de análisis, de apertura a las nuevas ideas (así no sean buenas desde la perspectiva del profesor), de comunicación en el que todos pueden expresar sus ideas y ser oídos con atención, de buena disposición para intentar situarse en la perspectiva del otro. Este ambiente es esencial para el éxito pedagógico. Un último elemento importante: debemos partir de los sistemas concretos y no de los sistemas simbólicos. Vasco (1994) distingue en todo sistema matemático tres subsistemas: un sistema concreto, un sistema conceptual y un sistema simbólico. Pensamos que algo equivalente sucede en los sistemas físicos. En efecto, creemos que en todo sistema físico existe un sistema concreto compuesto por:

1. Unos elementos concretos: los objetos del mundo (es decir lo real organizado): una bicicleta, el ascensor de Virginia, unas esferas de metal y de madera, un balón de fútbol.
2. Unas relaciones concretas: los objetos del mundo están relacionados temporal y espacialmente entre sí: Virginia está dentro del ascensor; la esfera de metal llega al suelo primero que la de madera; el balón de fútbol sigue una trayectoria curva en el eje horizontal con respecto al jugador que lo patea.
3. Unas operaciones concretas: algunos objetos actúan sobre otros y modifican sus relaciones con los demás o los modifican a ellos mismos: El jugador de fútbol patea el balón con chanfle; la tierra atrae las esferas de metal; el ascensor se estrella contra la tierra.

En un sistema físico existe también un sistema conceptual desde el cual podemos organizar lo real y entenderlo como nuestro mundo; este sistema que nos permite entender lo real no es otro que un modelo mental con el cual modelamos lo real para organizarlo. Este sistema está compuesto por:

1. Los elementos conceptuales que denotan los elementos concretos: todo objeto es producto de una construcción activa de los sujetos que trabajan un cierto sector de lo real gracias a su acción sobre los procesos ahí. (Escobedo1997) Todas estas acciones interiorizadas gracias al lenguaje y la reflexión sobre ellas dan surgimiento a los conceptos. El concepto de “ascensor” es pues el resultado de una gran cantidad de acciones entre las cuales pueden estar las de subir y bajar en un ascensor, ver el funcionamiento de un ascensor o artefactos similares como puede ser un balde lleno de arena subido por un obrero con una cuerda. Los conceptos evolucionan a lo largo de la discusión; el ascensor (como se vio en las discusiones de los estudiantes que participaron en la investigación) al principio de la discusión es un objeto que por ser de metal cae mucho más rápido que Virginia.
2. Las relaciones conceptuales que denotan las relaciones concretas entre los elementos concretos: toda relación entre los objetos no puede ser entendida sino desde el modelo activado en forma similar a como todo objeto no puede ser concebido sino desde ese mismo modelo. La relación de equivalencia entre las magnitudes de

dos objetos, o la relación de mayorancia entre ellas; la masa de dos objetos pueden ser equivalentes o la una mayor que la otra, por ejemplo.

3. Las operaciones conceptuales que denotan las operaciones concretas sobre los elementos concretos: lo propio es válido para las operaciones sobre los objetos concretos. La operación de unir la masa de dos objetos en una balanza o la de incrementar la velocidad de un cuerpo mediante la aplicación de una fuerza, por ejemplo.

Por último, en todo sistema físico existe un sistema simbólico que se refiere al sistema conceptual. En ciencias naturales es usual y deseable contar con un sistema simbólico que permita un “manejo funcional” del sistema conceptual cuando se trata de predecir y controlar lo que sucede en el nivel de los sistemas concretos. Los símbolos que se refieren a ciertos objetos (se puede decir algo como lo siguiente: “Sea un ascensor A de masa $M = 100 \text{ kg}$ ”) y los símbolos que se refieren a ciertas relaciones y operaciones (se puede seguir diciendo: “es subido por un motor con una aceleración constante de 1m/s^2 ”) pueden ser utilizados para hacer cálculos precisos acerca de un estado futuro de los objetos (en el ejemplo que venimos ofreciendo se puede decir: “... Si el ascensor parte del reposo, ¿qué velocidad tendrá diez segundos después? ¿Cuál es la tensión T del cable que lo sube? ¿Si colgamos una balanza del techo y pesamos en ella un objeto cuyo peso real es 50 N, cuál será su peso aparente en la balanza?). Este sistema en forma equivalente a los otros dos sistemas está compuesto por:

1. Elementos simbólicos que simbolizan los elementos conceptuales: el símbolo M para el concepto de masa; el símbolo P para el concepto de peso
2. Relaciones simbólicas que simbolizan las relaciones conceptuales: el símbolo = para simbolizar relaciones de igualdad entre magnitudes de la misma clase.
3. Operaciones simbólicas que simbolizan las operaciones conceptuales: el símbolo + para simbolizar la unión de dos magnitudes.

Lo usual es partir del uso de los sistemas simbólicos dejando casi totalmente de lado el problema de su relación con los conceptos y de éstos con los objetos y las relaciones y operaciones entre ellos. Nuestra propuesta aboga por partir de los sistemas concretos (Virginia en un ascensor que cae; un balón pateado con chanfle; el origen y evolución de las bicicletas) que serán concebidos, modelados desde los modelos activados que pertenecen a la enciclopedia de los estudiantes. Estos modelos serán modificados por el mismo sujeto a medida que avanza ese proceso de construcción y, en consecuencia, los conceptos se irán modificando también. En el momento en que los conceptos de los modelos del estudiante sean iguales o similares a los de la cultura, y sólo hasta ese momento, tiene sentido introducir la simbología correspondiente.

Asegúrese de que todos los estudiantes hayan entendido el mismo problema. Una misma situación puede ser entendida como problemática desde diversas perspectivas. La pesadilla de Virginia, por ejemplo, fue entendida desde la perspectiva de cómo lograr que Virginia desde adentro del ascensor pueda ver en qué momento éste tocará el suelo. No se dejaron llevar por el implícito de que en los sueños muchas cosas son posibles y, por el contrario, hicieron énfasis en la parte de la pregunta que habla del caso en que esto suceda en realidad. La discusión inicial es la única forma efectiva de llegar a un consenso (implícito la mayoría de las veces) acerca de cuál es el problema que se resolverá. Es importante para este momento observar la expresión de los estudiantes, hacer preguntas clave (que establezcan, para retomar el ejemplo, si lo que está buscando el estudiante es establecer de qué forma se puede ver en qué momento el ascensor tocará el suelo) y se los invita a que ellos mismos hagan preguntas; sus preguntas revelan frecuentemente las confusiones desde las cuales ellas se formulan. Puede suceder, y de hecho a veces sucede, que el problema entendido por algunos estudiantes resulte ser más interesante que el planteado inicialmente; en este caso no debe dudarse en analizar el nuevo problema. En el caso de que el problema entendido sea trivial

(como es el caso del ejemplo de establecer la forma como se puede ver desde adentro del ascensor cuándo éste va tocar el suelo) dentro de la discusión se debe hacer que el problema original sea el que será tratado. Ahora bien, en el caso de que se adopte un problema diferente del original, es indispensable volver sobre el original en el momento en que sea posible.

Si el planteamiento inicial del problema involucra algún arreglo experimental, es muy importante asegurarse de que todos entiendan los aparatos involucrados por más sencillos que éstos sean. En alguna ocasión se planteaba el problema de cuál sería la aceleración de un carro dinámico que era movido con la ayuda de un pesito en plomo y una polea. Una de las estudiantes no podía entender la solución que sus compañeros proponían. Al examinar la situación se pudo establecer que la estudiante asumía que la polea debía tener una función parecida a la de un motor. Cuando se le dijo que la polea no ejercía ninguna fuerza ella se negaba a aceptarlo; su argumento era muy interesante: “¿Si no ejerce ninguna fuerza, para qué la usan los obreros en las construcciones cuando suben materiales con un lazo?” En el momento en que se puede asumir que todos han entendido el mismo problema es el momento de iniciar la discusión en forma.

Inicie la discusión sobre el problema. Como es fácil imaginar, la discusión es un proceso que toma mucho tiempo. Es de gran importancia no truncar el proceso porque se le ha dedicado mucho tiempo a un mismo problema o porque no se está cumpliendo con el programa. Este momento de discusión es crucial. Es el momento en que cada alumno activa sus modelos para intentar modelar aquel sector de la realidad que se presenta como problema. Es también el momento en que el profesor puede establecer sus propias hipótesis acerca de los modelos de sus alumnos. Estas hipótesis le permitirán realizar dos funciones sumamente importantes. La primera es la de describir y evaluar el estado del proceso de construcción o reconstrucción de modelos y la segunda es la de asumir el papel de interlocutor válido y competente que actúa en función del estado del proceso. El profesor escogerá los argumentos que pongan en crisis los modelos de los alumnos; formulará aquellas preguntas que pongan en evidencia los vacíos, las inconsistencias; se callará cuando vea pertinente hacerlo (por ejemplo cuando vea que otro de los alumnos es quien plantea la pregunta clave o pone en crisis el modelo de su compañero; o cuando estima que es importante que los estudiantes tengan tiempo de razonar, de imaginar o de tratar de aclarar por su propia cuenta alguna duda).

Es de suma importancia que en este momento el profesor vele continuamente por mantener ese clima en el que debe haber instalado a los alumnos desde el principio, en el que prevalece la comunicación recta, veraz y con la cual se persigue en forma honesta únicamente el establecimiento de la verdad científica (que es en esencia transitoria, provisional). A esta verdad se llega cuando sea posible un consenso en la comunidad científica. Para ello es importante que insista siempre en que todos los estudiantes oigan los argumentos y razones de sus compañeros y que los respeten al mismo tiempo que los debaten o contradicen.

Pida a los estudiantes que expliciten los modelos desde los cuales argumentan en la discusión. Durante la discusión o debate se ha hecho evidente que los estudiantes argumentan desde ciertos modelos o teorías que hasta el momento han quedado implícitos. Cuando la discusión ha permitido llegar a un momento que podríamos llamar de madurez (en el ejemplo de la pesadilla de Virginia este momento llegó cuando fue claro que existían las tres posiciones en cuanto a la caída del ascensor con Virginia adentro (“el ascensor cae más rápido”, “el ascensor y Virginia caen igual”, “Virginia cae más rápido”) se les pide a los estudiantes que expliciten “lo que ellos piensan”. Es aconsejable incluso que lo hagan por escrito; el ejercicio de escribir su propio pensamiento es para los estudiantes muy benéfico (se les puede decir, por ejemplo, para la próxima semana traerán por escrito qué es lo que ustedes piensan acerca de este problema).

Después de que cada quien tiene oportunidad de plantear su modelo (la teoría del estudiante) en forma explícita, puede darse un nuevo momento de discusión que es importante dejar agotar. Algunos estudiantes pueden aceptar, durante este nuevo debate, que el modelo de alguno de sus compañeros es mejor que el propio y pueden reformarlo o adoptar el del compañero. Es muy importante señalar que el maestro debe en todos los momentos de discusión conservar una posición entera e inmodificablemente neutral. La mejor forma de hacerlo es resaltar los aspectos positivos de cualquier argumento, incluso y especialmente, si para él el argumento del alumno es errado. Ello no quiere decir que después el profesor o los demás estudiantes no vayan a examinar o señalar los aspectos negativos de ese mismo argumento. Se trata de hacer el ejercicio de situarse en la posición del otro y de tratar de entender, desde ella, el problema que se analiza. La comprensión de la posición, del modelo del otro, es incluso necesaria para poder encontrar los buenos contraargumentos que harán que el estudiante cambie su modelo.

El profesor no debe dejar pasar la oportunidad de resaltar la importancia de los buenos argumentos ofrecidos por los estudiantes que son considerados, por ellos mismos o por sus compañeros o el profesor, como “malos estudiantes” o “malos para ciencias”. Ésta es una oportunidad para desarticular estos prejuicios altamente nocivos para un salón de clases y fundamentalmente para el estudiante que es considerado de esta forma. Al exaltar los buenos argumentos de los “malos estudiantes” se logra algo más y es que los argumentos de los “buenos estudiantes” pierden la autoridad que en general tienen y todos los alumnos adquieren una mayor libertad de pensamiento; en efecto, cuando se hace la división entre “buenos” y “malos” alumnos, todos tendrán una gran tendencia a pensar que los argumentos de los “buenos” alumnos son los correctos. Llegará, después de que el proceso de intercambio de ideas y razones se agote, el momento en que es necesario realizar un experimento para dirimir la oposición entre los modelos. Invite a los alumnos a que diseñen un experimento que dirima la oposición entre modelos. Vasco (1996), en un trabajo sobre enseñanza de las ciencias, cita un aparte de un texto escrito por algunos profesores de ciencias muy calificados; el texto dice: “Entendemos la experimentación como una serie de actividades diseñadas, controladas y desarrolladas en un medio escolar”. Vasco dice lo siguiente sobre esta forma de entender la experimentación: “Efectivamente, eso describe lo que pasa en los laboratorios de los colegios y universidades. Pero para mí, la experimentación coherente con la epistemología piagetiana no puede ser ni tan diseñada como parece decirse en esta descripción, ni tan controlada, ni tiene que desarrollarse necesariamente en el medio escolar. Lo ideal sería que el alumno mismo pudiera orientar su actividad para poner a prueba sus propias hipótesis; que él mismo controlara las variables y los posibles errores, y que ojalá continuara sus actividades experimentales después de la jornada escolar”. La experimentación tal como la concebimos aquí es coincidente con la posición de Vasco. No se trata de que el profesor diseñe un experimento con todas las medidas y los controles bien planeados desde su propia concepción del problema.

Se trata de que, por el contrario, tal como propone Vasco, los mismos estudiantes diseñen el experimento que pondrá a prueba sus propias hipótesis.

El experimento en un primer momento será muy probablemente deficiente, insuficiente para poner a prueba las hipótesis correspondientes; pero eso es lo de menos. Lo importante es que se haya logrado construir un buen contexto para el experimento. El buen contexto son los modelos opuestos en virtud de los cuales se esperan resultados opuestos. Este contexto garantizará que los resultados del experimento, sean contrarios a las expectativas de un grupo de estudiantes. Ellos se encargaran de impugnar el experimento, si no hay otros estudiantes que se hayan ya percatado de que el experimento tiene algún error de procedimiento o de medida. Los cuestionamientos que los mismos alumnos le hagan al experimento permitirán ir

disolviendo los problemas que el diseño inicial presentaba. Con ello se habrá ganado el objetivo primordial: que todos entiendan qué es un control experimental y, en el caso que los ocupa, por qué es indispensable hacer los controles que los diversos participantes en la discusión señalan como necesarios.

La experimentación así concebida, conserva su carácter de instrumento de contrastación de las teorías. La experimentación “ilustrativa” nos parece inadecuada especialmente en los primeros cursos de ciencias. Este tipo de experimentación se da cuando el profesor establece en la clase teórica qué debe acontecer en determinadas circunstancias según una determinada teoría. En el laboratorio correspondiente realiza un experimento para mostrar que en efecto sucede lo que dice la teoría que debe suceder; si tiene experiencia y algo de suerte, sucede algo muy parecido a lo predicho; si no, obtiene un resultado muy diferente y se ve obligado a decir que por problemas del material o de ciertas circunstancias el experimento no arrojó los resultados esperados, pero que si se hubiera realizado en las condiciones requeridas por la teoría sí se hubieran observado los resultados esperados.

Aquí el papel del profesor cambia radicalmente. Su misión no consiste ya en preparar un experimento sin defectos para mostrarle al alumno que “la teoría es verdadera”, sino, como anota Vasco en el documento citado, en contar con una buena cantidad de material variado, ojalá cercano a la vida cotidiana, que él ofrecerá oportunamente a sus alumnos cuando ellos lo pidan o lo sugerirá hábilmente cuando ellos no imaginen la posibilidad de utilizarlo. El profesor experimentado, que conoce las “teorías de sus alumnos” sabrá anticiparse a las necesidades creadas por ellas y contará en el laboratorio con el material idóneo para contrastarlas. El experimento concebido de esta manera, guarda en el salón de clase el mismo sentido de ser un instrumento para construir conocimiento válido y convincente. El experimento debe encontrarse siempre como una pieza clave dentro de un proceso de argumentación. Como lo señala Vasco en el mismo documento, “no se debe permitir a los estudiantes empezar a experimentar sólo ‘para ver qué pasa’, sin haber formulado antes predicciones precisas, y sin haber dado razones y explicaciones hipotéticas para sustentar cada predicción. Los estudiantes cambian sus predicciones si no sucede lo que ellos creían, y no aceptan tan fácilmente comprometerse con una predicción y arriesgarse a ‘quedar mal’. Muchas veces es conveniente exigir que se ponga por escrito, en el tablero o en una hoja de papel, la predicción o la razón para ella.” Las teorías de los alumnos le dan el valor de un verdadero experimento al experimento en el salón de clases.

Después de diversos intentos, después de repetir varias veces el experimento mejorado cada vez por las críticas y las sugerencias de los alumnos o del profesor, cuando él lo considere pertinente (cuando vea por ejemplo que ninguno de los alumnos señala un error de medida o la falta de control de una variable), se puede establecer cuál fue el modelo respaldado por los resultados del experimento.

Realice un balance de las implicaciones para el modelo de los resultados del experimento: es el momento de la reflexión, de la reinterpretación generadora. Una vez aceptados los resultados del experimento viene el momento de la reflexión: ¿cuál modelo resultó ser válido? Si ninguno resultó ser válido, ¿se podría construir uno que sí lo sea? En el trabajo de Vasco que venimos citando, se dice que: Piaget era demasiado optimista respecto a la probabilidad de que ocurra una nueva estructura mejorante después de la desequilibración y la desestructuración. Desafortunadamente, he podido comprobar, como seguramente lo han hecho ustedes, que la mayoría de los alumnos normales toman uno de los siguientes caminos:

- no se dejan desequilibrar ni desestructurar, por más esfuerzos que hagamos (en esos casos ocurre lo que los psiquiatras llaman “negación”);

- sí se desequilibran y desestructuran, pero no les importa quedarse desequilibrados y desestructurados en su estado anterior (ocurre lo que los psiquiatras llaman “regresión”);
- sí se desequilibran y entran en oscilaciones, pero éstas no son lo suficientemente fuertes para desestructurarles sus preconcepciones (no logramos salir de la zona de homeóstasis de su sistema preconceptual);
- sí se desequilibran y desestructuran, y llegan a construir algo nuevo, pero al poco tiempo, muchas veces ya al día siguiente, se les derrumba otra vez todo lo que construyeron.

Pensamos que una de las grandes ventajas de lograr instalar al estudiante en un ambiente de discusión, de reflexión, es que no se dan los resultados señalados en la anterior cita, que son sin duda los que se dan la mayoría de las veces en condiciones normales. Lo que se observó en el trabajo de investigación citado, es que cuando el profesor lograba involucrar en la discusión a todos los alumnos, todos ellos llegaban a construir algo nuevo. Posiblemente algunos de ellos se encontraban en el cuarto caso y al poco tiempo lo que construyeron se les derrumbó; las pruebas aplicadas no fueron construidas para medir este fenómeno, pero los mejores resultados observados en los grupos experimentales dejan abierta la posibilidad de que estos casos sean menos que los que comúnmente se dan.

Invite a los estudiantes a establecer implicaciones del nuevo modelo construido: nuevos experimentos, nuevas relaciones que se derivan de él. El nuevo modelo permite concebir de una nueva forma el sector de la realidad en el que está ubicado el problema planteado. De acuerdo con esta nueva forma de ver lo real se hacen evidentes nuevas relaciones y otras se tornan imposibles, absurdas. Si el nuevo modelo ha de ser considerado verdadero, debe modelar adecuadamente la realidad. Es necesario pensar entonces en nuevos problemas, en nuevos experimentos que permitan poner a prueba este nuevo modelo.

Ésta es también la reacción que se da en las comunidades científicas cuando se construye un nuevo modelo.

Nuevamente entonces se cumple con el ideal de reproducir los procesos reales de construcción de conocimiento en el salón de clases. Esta es sin duda, en nuestra opinión, la mejor forma de establecer un contrato didáctico. Joshua y Dupin (1993) entienden por contrato didáctico aquel que por medio de mecanismos más implícitos que explícitos, se teje entre el profesor y los alumnos en relación con el conocimiento. Este contrato establece los roles, los sitios y funciones de cada una de sus partes. Fija las actividades que se esperan del profesor así como de los alumnos, los sitios respectivos de cada uno de ellos con respecto al conocimiento tratado, y fija, incluso, las condiciones generales en las cuales estas relaciones con el saber evolucionarán durante el proceso de enseñanza.

Los componentes que hemos descrito y que conforman la alternativa propuesta, pensamos que permiten instalar al estudiante en un ambiente de producción intelectual, de producción científica, que le permite aprender en forma creativa; en otras palabras, creemos que con la aplicación de esta propuesta didáctica, el aprendizaje se convierte en lo que debe ser: una actividad creadora, constructora de conocimientos. Dicho de otra forma, la tarea de enseñar ciencias se convierte en la tarea de simular para el alumno un ambiente equivalente a aquél en el que el científico construye teorías y diseña arreglos experimentales para contrastarlas, con el fin de que, al igual que el científico, el estudiante construya, o para ser más precisos, reconstruya conocimiento acerca de los fenómenos estudiados por las ciencias naturales. Esta actividad de reconstrucción es el mejor camino para lograr la comprensión cabal de estos fenómenos.

Para terminar, quisiéramos anotar que esta alternativa no debe ser entendida como una secuencia rígida de “pasos”; en efecto, es posible que surja la necesidad de volver sobre uno de sus componentes o que la forma como los estudiantes lleven la discusión los haga abordar un nuevo componente sin haber agotado el anterior. Dicho esto, es también importante resaltar que se trata de una secuencia lógica que, al ser adoptada aumenta la probabilidad de optimizar los resultados. Además de la secuencia que hemos señalado; sin duda existen otras secuencias igualmente lógicas, e incluso, otras alternativas didácticas diferentes en pos de las cuales invitamos a los docentes a trabajar y a emprender investigaciones con el fin de mejorar su práctica docente y aumentar el número de alternativas viables.

Segunda Parte: Implicaciones Pedagógicas y Didácticas

2. Objetivos de la enseñanza de las ciencias naturales y educación ambiental

2.1. Objetivo general del área

Que el estudiante desarrolle un pensamiento científico que le permita contar con una teoría integral del mundo natural dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano integral, equitativo y sostenible que le proporcione una concepción de sí mismo y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza armónica con la preservación de la vida en el planeta.

2.2. Objetivos específicos

- Que el estudiante desarrolle la capacidad de:
- Construir teorías acerca del mundo natural.
- Formular hipótesis derivadas de sus teorías.
- Diseñar experimentos que pongan a prueba sus hipótesis y teorías.
- Argumentar con honestidad y sinceridad en favor o en contra de teorías, diseños experimentales, conclusiones y supuestos dentro de un ambiente de respeto por la persona de sus compañeros y del profesor.
- Imaginar nuevas alternativas, nuevas posibilidades en el momento de resolver un problema, de formular una hipótesis o diseñar un experimento.
- Hacer observaciones cuidadosas.
- Trabajar seria y dedicadamente en la prueba de una hipótesis, en el diseño de un experimento, en la toma de medidas y en general en cualquier actividad propia de las ciencias.
- Desarrollar el amor por la verdad y el conocimiento.
- Argumentar éticamente su propio sistema de valores a propósito de los desarrollos científicos y tecnológicos en especial a propósito de aquellos que tienen implicaciones para la conservación de la vida en el planeta.
- Contribuir con el desarrollo de una emocionalidad sana que le permita una relación armónica con los demás y una resistencia a las frustraciones que puedan impedirle la culminación de proyectos científicos, tecnológicos y ambientales.
- Contribuir con la construcción de una conciencia ambiental en el estudiante que le permita tomar parte activa y responsable en toda actividad a su alcance dirigida a la conservación de la vida en el planeta.
- Contribuir con el desarrollo de una concepción en el estudiante de la técnica y la tecnología como productos culturales que pueden y deben ser utilizados para el beneficio humano dentro del contexto de un desarrollo sostenible.

4. REFERENTES

ARTÍCULO 5. Fines de la educación

- El pleno desarrollo de la personalidad sin más limitaciones que las que le imponen los derechos de los demás y el orden jurídico, dentro de un proceso de formación integral, física, psíquica, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica y demás valores humanos.
- 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 medio ambiente, de la calidad de la 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 en la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social.
- 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.
- La promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear, investigar, adoptar la tecnología que se requiere en los procesos de desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo

ARTÍCULO 30. Objetivos específicos de la educación media académica.

- La profundización en un campo del conocimiento o en una actividad específica de acuerdo con los intereses y capacidades del educando.
- La profundización en conocimientos avanzados de las ciencias naturales.
- La incorporación de la investigación al proceso cognoscitivo, tanto de laboratorio como de la realidad nacional, en sus aspectos natural, económico, político y social.
- El desarrollo de la capacidad para profundizar en un campo del conocimiento de acuerdo con las potencialidades e intereses.
- La vinculación a programas de desarrollo y organización social y comunitaria, orientados a dar solución a los problemas sociales de su entorno.
- El fomento de la conciencia y la participación responsables del educando en acciones cívicas y de servicio social

ARTÍCULO 22. Objetivos específicos de la educación básica en el ciclo de secundaria.

- El desarrollo de las capacidades para el razonamiento lógico, mediante el dominio de los sistemas numéricos, geométricos, métricos, lógicos, analíticos, de conjuntos de operaciones y relaciones, así como para su utilización en la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, de la tecnología y los de la vida cotidiana.
- 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.
- El desarrollo de actitudes favorables al conocimiento, valoración y conservación de la naturaleza y el ambiente.

- La comprensión de la dimensión práctica de los conocimientos teóricos, así como la dimensión teórica del conocimiento práctico y la capacidad para utilizarla en la solución de problemas.
- 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.
- La utilización con sentido crítico de los distintos contenidos y formas de información y la búsqueda de nuevos conocimientos con su propio esfuerzo.

ARTÍCULO 21. Objetivos específicos de la educación básica en el ciclo de primaria

- El fomento del deseo de saber, de la iniciativa personal frente al conocimiento y frente a la realidad social, así como del espíritu crítico.
- El desarrollo de los conocimientos matemáticos necesarios para manejar y utilizar operaciones simples de cálculo y procedimientos lógicos elementales en diferentes situaciones, así como la capacidad para solucionar problemas que impliquen estos conocimientos.
- La comprensión básica del medio físico, social y cultural en el nivel local, nacional y universal, de acuerdo con el desarrollo intelectual correspondiente a la edad.
- La asimilación de conceptos científicos en las áreas de conocimiento que sean objeto de estudio, de acuerdo con el desarrollo intelectual y la edad.
- La valoración de la higiene y la salud del propio cuerpo y la formación para la protección de la naturaleza y el ambiente.
- La formación para la participación y organización infantil y la utilización adecuada del tiempo libre.
- La adquisición de habilidades para desempeñarse con autonomía en la sociedad

ARTÍCULO 20. Objetivos generales de la educación básica

- 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 con 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.
- Ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y de la vida cotidiana.
- Fomentar el interés y el desarrollo de actitudes hacia la práctica investigativa

ARTÍCULO 16. Objetivos específicos de la educación preescolar

- El conocimiento del propio cuerpo y de sus posibilidades de acción, así como la adquisición de su identidad y autonomía.
- El desarrollo de la creatividad, las habilidades y destrezas propias de la edad, como también de su capacidad de aprendizaje.
- La ubicación espacio-temporal y el ejercicio de la memoria.
- El desarrollo de la capacidad para adquirir formas de expresión, relación y comunicación y para establecer relaciones de reciprocidad y participación, de acuerdo con normas de respeto, solidaridad y convivencia.
- El estímulo a la curiosidad para observar y explorar el medio natural, familiar y social.
- La vinculación de la familia y la comunidad al proceso educativo para mejorar la calidad de vida de los niños en su medio

ARTÍCULO 13. Objetivos comunes de todos los niveles

- Desarrollar una sana sexualidad que promueva el conocimiento de sí mismo y la autoestima, la construcción de la identidad sexual dentro del respeto por la equidad de los sexos, la afectividad, el respeto mutuo y prepararse para una vida familiar armónica y responsable.
- Crear y fomentar una conciencia de solidaridad internacional.
- Desarrollar acciones de orientación escolar, profesional y ocupacional.

- Formar una conciencia educativa para el esfuerzo y el trabajo

5. COMPETENCIAS INSTITUCIONALES

1. CREATIVIDAD: entendida como la capacidad para acercarse a las soluciones desde la imaginación, la recursividad y la utilización adecuada de los recursos, adelantándose a la época.
2. TRABAJO EN EQUIPO: desarrollo de habilidades y destrezas para escuchar y participar activamente en el desarrollo de actividades grupales y la capacidad de reunir las opiniones particulares para las soluciones comunes. También supone el ejercicio de las habilidades comunicativas y la sensibilización frente a los demás.
3. ANÁLISIS Y COMPRENSIÓN DEL CONTEXTO SOCIAL: entendida como la habilidad para descubrir relaciones, necesidades, posiciones e intereses en la sociedad que le circunda y presentar alternativas de solución encaminadas a la búsqueda del bien común
4. TECNOLÓGICA E INVESTIGATIVA: habilidad para aplicar herramientas y contextos tecnológicos en la solución de problemas y creación de nuevas posibilidades. Así mismo, supone una manera estratégica y metódica de ver el mundo a través de la observación, la experimentación, planteamiento de hipótesis y comprobación de las mismas.
5. EMOCIONAL: habilidad para descubrirse, aceptarse, respetarse y mejorarse a sí misma para fortalecer la interacción con el mundo exterior.
6. COMPRENSIÓN LECTORA: Comprendida como la habilidad de elaborar el significado aprendiendo las ideas relevantes de un texto y relacionarlas con las ideas que ya tienen un significado, actividad cuya metodología está presente en el desarrollo de cualquier tipo de pruebas internas y externas.

6. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La metodología planteada desde la propuesta pedagógica institucional, tiene dos enfoques, en ambos el punto de partida es el mismo: la pregunta como dispositivo mediador del aprendizaje.

A partir de la indagación continua, se busca en las estudiantes el desarrollo el pensamiento crítico mediante la implementación de las siguientes estrategias seleccionadas de la propuesta pedagógica:

Debate crítico (Yo participo)

Debatir es una controversia sobre un tema propuesto entre dos o más personas; es una contienda, lucha, combate, con la participación de las estudiantes, quienes, a través de un ejercicio de interdisciplinariedad, fundamentan sus argumentos con bases teóricas y complejas. Esta estrategia se desarrolla conforme al principio de la sana crítica y la libertad de

expresión.	
Lectura colectiva (guiada, de textos, comprensión lectora) Plan lector	La lectura guiada es una estrategia que fortalece directamente los procesos académicos y cognitivos de las estudiantes, se basa en la elaboración de una lectura estratégica con fines de socialización, reflexión y análisis. Se inicia con una visión general del tema a tratar, partiendo de una tesis, anécdota o pregunta que lleve a las estudiantes a expresar que conocen o suponen sobre el tema a tratar, dando la posibilidad de la inferencia y la intertextualidad.
Producción de medios (Periódico físico, mural o virtual, cartilla, lenguaje televisivo, hipertexto, diccionario personalizado)	Proceso de creación y producción de medios audiovisuales partiendo de la comprensión e interpretación de conceptos o realidades. Elaboración de periódico mural que está proyectado a llevarse al ámbito virtual, en donde las estudiantes, producen textos que reflejan una lectura de la realidad local, regional, nacional e internacional. El tema de lenguaje televisivo se evalúa a partir de un proyecto que requiere la creación de un programa de televisión siguiendo ciertas indicaciones.
Presentación y exposición (con o sin apoyo de TIC)	A partir de un contenido de la asignatura, se plantea una pregunta a resolver relacionada con el tema, que les permita a las estudiantes crear una presentación y exposición del tema, podrían apoyarse con un producto tecnológico, la presentación puede hacerse en inglés.
Proyecto colaborativo	Conjunto de actividades individuales y colectivas que promueven el uso eficiente de recursos, materiales e infraestructuras, y cuyo aporte central es desarrollar en los participantes actitudes positivas frente al aprendizaje y la investigación en contexto. Partiendo de una pregunta se busca darles respuesta a partir del desarrollo de proyectos estructurados y actividades colaborativas entre equipos de personas con intereses

comunes.	
Creación mapas conceptuales	Un mapa Conceptual es un esquema de ideas que sirve de herramienta para organizar de manera gráfica y simplificada conceptos y enunciados a fin de reforzar un conocimiento. En un mapa conceptual se relacionan por medio de conectores los conceptos e ideas para representar un conocimiento y responder una pregunta de enfoque.
Comunidad de indagación	Es un espacio de discusión que nace de diferentes recursos: un texto, una situación del grupo, un problema, un dibujo, un vídeo, una película, una canción etc. En este, las estudiantes expresan mutuamente sus ideas o puntos de vista, es un medio idóneo para que las niñas expresen mutuamente sus ideas, aprendan a escuchar las respuestas de sus pares y puedan llegar a acuerdos o no.
Inferencia de contenidos	Con esta actividad se pretende que los estudiantes consulten un tema determinado, teniendo como base algunos contenidos y a partir de esta actividad construyan sus propios conceptos y elaboren un producto ,o texto con los elementos encontrados
Cuaderno viajero	Se envía a las casas de las niñas el día viernes durante todo el período académico un cuaderno, con el objetivo de que en familia narran a las niñas una historia y sea escrita en el cuaderno. El primer día de la siguiente semana el cuaderno es entregado para socializar durante la clase la historia consignada. Se sugiere a las niñas hacer preguntas acerca de la lectura y propiciar la participación, además de la escucha.
Talleres y proyectos de investigación	Se tiene en cuenta los diferentes componentes de un proyecto, las normas APA, herramientas de recolección de datos (como fichas bibliográficas) y el momento de la socialización (sustentación para el grado 11).

	Con un proyecto de esta índole se busca responder preguntas de investigación.
Laboratorio	Promueve la construcción de conocimiento científico a partir de la experimentación. Permite el desarrollo de algunas habilidades científicas y un aprendizaje más significativo de los conceptos asociados con la temática en los estudiantes.
Consulta	Se les plantea a las estudiantes un tema de consulta a tratar en el periodo, ellas deben leer para dar respuesta de manera escrita en el cuaderno a una serie de preguntas. Desarrollo del tema mediante preguntas siguiendo una secuencia lógica.
“Flipped Classroom” (Clase invertida)	La estrategia consiste en pasar la “entrega” del material o recursos educativos (tutoriales, vídeos, lecturas) fuera de la clase formal (extraclase), y hacer uso de ésta para emprender actividades colaborativas en el aula (Conversatorios, talleres y puestas en común y evaluación). Se puede hablar de clase invertida desde el momento en que los profesores se han preocupado de que los alumnos sean responsables con su aprendizaje, de forma que aprovechen el tiempo fuera del aula para profundizar luego los contenidos con el profesor
Espacios virtuales	Estrategia educativa que se desarrolla de manera complementaria o independiente a las formas tradicionales de educación, y que surge a partir de la incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC), en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Incluye aulas virtuales, blogs, páginas web, foros, simuladores, creadores de recursos en línea.
Aprendizaje basado en problemas	Requiere comprender la información dada para tomar determinaciones frente a un procedimiento. Desarrollo de la comprensión, análisis de la información,

	inferencias al relacionar los datos con las preguntas presentadas.
Interpretación de fenómenos sociales y entornos	Interpretar acerca de lo que se da en el diario vivir, como consecuencia de hechos sociales, económicos, políticos y culturales, dentro de entornos y contextos específicos que se convierten en una necesidad sentida.
Gamificación y Actividades lúdicas (disfrute jugando)	Se realizan juegos para competir y recordar los diferentes temas trabajado. Esto se hace por filas, equipos o de manera individual y los ganadores reciben una bonificación. La gamificación es usada para para absorber, como, por ejemplo, algunos conocimientos, mejorar habilidades, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos.

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La institución ha definido y adoptado su escala de valoración de los desempeños de las estudiantes y para facilitar la movilidad de estas entre establecimientos educativos, se expresará su equivalencia con la escala de valoración nacional, dejando claro que la denominación desempeño bajo se entiende como la no superación de los desempeños necesarios en relación con las áreas obligatorias y fundamentales, teniendo como referentes los estándares básicos, las orientaciones y lineamientos expedidos por el Ministerio de Educación Nacional y lo establecido en nuestro proyecto educativo institucional.

ESCALA NACIONAL	ESCALA INSTITUCIONAL
DESEMPEÑO SUPERIOR (DS)	4.6 – 5,0
DESEMPEÑO ALTO (DA)	4.0 – 4,5
DESEMPEÑO BÁSICO (DB)	3.5 – 3,9
DESEMPEÑO BAJO (DJ)	1 – 3,4

Para determinar el desempeño de las estudiantes se tendrá en cuenta:

Desempeño superior:

Cuando la estudiante supere ampliamente las metas propuestas para el área y presente buen desempeño personal y social.

Criterios de Evaluación:

- Participa activamente en el desempeño y desarrollo de las diferentes actividades en el aula.
- El trabajo en el aula es constante y enriquece al grupo.
- Maneja adecuadamente los conceptos aprendidos y los relaciona con experiencias vividas, adoptando una posición crítica.
- Respeta y participa en las actividades planteadas, tanto por el docente como por sus compañeras.
- Su desempeño personal y social es excelente y contribuye a una buena dinámica de grupo.
- Consulta diversas fuentes de manera que enriquece las temáticas vistas en clase.
- Asume con responsabilidad y dedicación sus compromisos académicos, presentando a tiempo sus trabajos, consultas, tareas y las argumenta con propiedad.
- No tiene faltas de asistencia, y aún teniéndolas, presenta excusas justificadas sin que su proceso de aprendizaje se vea afectado.
- Aporta valor agregado a la ejecución de los proyectos obligatorios e institucionales.
- Desarrolla actividades curriculares que superan las exigencias esperadas.
- Valora y promueve autónomamente su propio desarrollo.

Desempeño alto

Cuando la estudiante alcanza las metas en cada área y su desempeño personal y social es adecuado.

Criterios de Evaluación:

- Alcanza el nivel de desempeño propuesto sin actividades complementarias o estrategias de apoyo en forma destacada.
- Maneja y argumenta los conceptos aprendidos en clase.
- Participa moderadamente en el desarrollo de las actividades en el aula.
- El trabajo en el aula es constante, aportando con discreción al grupo.
- Aporta ideas que aclaran las posibles dudas que surjan durante el proceso.
- Emplea diferentes fuentes de información y lleva registros.
- Presenta a tiempo sus trabajos, consultas, tareas.
- Tiene faltas de asistencia justificadas no incidentes en su rendimiento.
- Presenta un buen desempeño social que contribuye a la dinámica de grupo.
- Participa en la ejecución de todos los proyectos obligatorios e institucionales.
- Reconoce y supera sus dificultades cuando las tiene.

Desempeño básico

Cuando la estudiante alcanza las metas de las áreas con algunas dificultades y debe mejorar o fortalecer su desempeño personal y social.

Criterios de Evaluación:

- Participa eventualmente en clases.
- Su trabajo en el aula es inconstante.
- Relaciona los conceptos aprendidos con experiencias de su vida, pero requiere de colaboración para hacerlo.
- Es inconstante en la presentación de sus trabajos, consultas y tareas; las argumenta con dificultad.
- Le cuesta aportar ideas que aclaren los conceptos vistos.
- Debe fortalecer su desempeño personal y social.
- Alcanza los desempeños mínimos con actividades de apoyo.
- Presenta faltas de asistencia, justificadas e injustificadas que limitan su proceso de aprendizaje.
- Participa en la ejecución de algunos de los proyectos obligatorios e institucionales.
- Aplica estrategias de apoyo necesarias para resolver situaciones pedagógicas pendientes.

DESEMPEÑO BAJO

Cuando la estudiante no alcanza las metas propuestas para la áreas aun habiendo realizado actividades de apoyo y presenta dificultades en su desempeño personal y social.

Criterios de Evaluación:

- El ritmo de trabajo es inconstante, lo que dificulta el progreso en su desempeño académico.
- Manifiesta poco interés por aclarar las dudas sobre las temáticas trabajadas.
- Registra eventualmente sus consultas y el desarrollo de las temáticas.
- Necesita ayuda constante para profundizar conceptos.
- Presenta deficiencias en los procesos argumentativos y en la producción escrita.
- Evidencia desinterés frente a sus compromisos académicos.
- Presenta dificultades en su desempeño personal y social afectando la dinámica del grupo.
- No alcanza los desempeños básicos y requiere actividades de apoyo, sin embargo, después de realizadas no obtiene los logros previstos.
- Presenta faltas de asistencia justificadas e injustificadas que afectan significativamente su proceso de aprendizaje

8. AMBIENTE DE APRENDIZAJE

En el proceso de reflexión frente a la propuesta pedagógica de la institución, el ambiente de aprendizaje se entiende como una construcción diaria, como una reflexión cotidiana de la riqueza de la vida en relación, que se crea y se dinamiza entre el medio físico, y las interacciones que se producen en dicho medio. Es decir, es la *dialogica entre la organización y disposición espacial*, las *relaciones establecidas entre los elementos de su estructura*, como también, las *pautas de comportamiento* que en él se desarrollan, el *tipo de relaciones* que mantienen las personas con los objetos, las *interacciones* que se producen entre las personas, los *roles* que se establecen, los *criterios* que prevalecen y las *actividades* que se realizan.

Para favorecer los ambientes de aprendizaje en el área de Ciencias Naturales se usa:

- El espacio de laboratorio con los implementos necesarios para realizar las distintas prácticas
- Computador portátil
- Televisor
- Bibliobanco
- Guías de estudio diseñadas por los docentes del área
- plataformas y herramientas virtuales de enseñanza.

9. BIBLIOGRAFÍA

- NAVARRO ACEVEDO, Esteban .Nueva ley general de la educación.Editorial Momo ediciones,1994.5ª 488pag
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales.2.006
- PETER, ALEXANDER, Biología. Editorial: Prentice Hall. New Jersey. 1998 15a365pag
- Química I y II. Grupo editorial: Santillana. 2.005
- KLU William, CUMMINGS Michael. Conceptos de Genética. 5º edición. Editorial: Prentice Hall. Madrid.1.999
- AUDESIRK, Teresa, AUDESIRK, Gerald. Biología La Vida en la Tierra. Editorial: Prentice Hall 2.002 10ª364pag.
- CARRILLO CHICA,Esteban.Ciencias Naturales .Editorial Santillana ,200710ª .tomos 6º a 9º
- SUGAN,CARL.Cosmosundecima adicción editorial planeta ,1987 12ª268pag
- VANCLEAVE,Jenice.Fisica para niños y jóvenes.Editorial lumusa,1996,15ª458 pag
- HETCH,Eugene.fisica en perspectiva.Editorial iberoamericana,1987 15ª466pag
- JOYA VEGA,Aneris del Rocio.guia escolar 2:matematicas,ciencias,sociales.Editorial Santillana,2005.6ª256pag
- HENAO DE LAVERDE,Maria Cecilia.Experiencias2:guia de recursos.Editorial santina199916a143pag
- GONZALEZ CRISTANCHO,Carmen Cecilia. Entornos Naturales 2,2006 5ª 183pag
- CARRILLO Ch, Esteban. Nueva Ciencias Naturales 6. Bogotá. Santillana. 2007.
- CARRILLO Ch, Esteban. Nueva Ciencias Naturales 7. Bogotá. Santillana. 2007.
- ORJUELA R María. Nueva Ciencias Naturales 8. Bogotá. Santillana. 2007.
- ARBELAES E Fernando. Nueva Ciencias Naturales 9. Bogotá. Santillana. 2007.

MONDRAGON M, Cesar. Química Inorgánica. Bogotá. Santillana. 2005.

MONDRAGON M, Cesar. Química Orgánica. Bogotá. Santillana. 2005.

FERNÁNDEZ, Myriam Stella. Cosmos 3 Ciencias Naturales y Educación para la Salud, Santafé de Bogotá, Editorial Voluntad. 1997

ACOSTA MAHECHA, Martha Lucia. Guía Escolar 3 Matemáticas. Ciencias naturales. Ciencias Sociales, Bogotá, Editorial Santillana. 2005

GONZALEZ CRISTANCHO, Carmen Cecilia. Entornos Naturales 3, Bogotá, Editorial Educar. 2009

CORTES, Gustavo Ariel. Misión Naturales 3, Bogotá, Editorial Educar. 2009

IBARRA MONTENEGRO, Jorge. Cosmos 4 Ciencias Naturales y Educación para la Salud, Santafé de Bogotá, Editorial Voluntad. 1996

IBARRA MONTENEGRO, Jorge. Pobladores Ciencias 4, Bogotá, Editorial Voluntad. 1989

CASTROS, Claudia Alexandra. Misión Naturaleza 4, Bogotá, Editorial Educar. 2009

DUARTE, Luis Eduardo. Vivamos Nuestra Naturaleza 4, Bogotá, Editorial Norma. 1986

GONZALEZ CRISTANCHO, Carmen Cecilia. Entornos Naturales 4, Bogotá. Editorial Libros y Libros. 2006

GONZALEZ CRISTANCHO, Carmen Cecilia. Entornos Naturales 5, Bogotá. Editorial Libros y Libros. 2006

CALDERON RODRIGUEZ, Gina. Misión Naturales 5, Colombia. Editorial Educar. 2005

MONTENEGRO ORBES, Alicia. Entornos 5 Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Colombia. Editorial reianandes Ltda. 1998

PARGA LOZANO, Diana Lineth. Cosmos 5 Ciencias Naturales y Educación para la Salud, Santafé de Bogotá. Editorial Voluntad. 1997

ACEVEDO TRUJILLO, Martha Patricia. Conciencias 6 Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Bogotá. Editorial Norma. 2003

HENAO, José Tomás. Procesos Naturales 6, Santafé de Bogotá. Editorial Santillana. 1995

CARRILLO CHICA, Esteban. Ciencias Naturales 6, Bogotá. Editorial Santillana. 2007

MACIAS USECHE, Jaime Enrique. Científicamente Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Bogotá. Editorial Voluntad. 2008

PEDROZO PEREZ, Julio Armando. Ciencias 6 Exploremos la naturaleza, Santafé de Bogotá. Editorial PHC. 1996

CASTELLANOS, Jorge Enrique. Misión Naturaleza 1. Bogotá. Educar Editores S.A. 2009.

GONZÁLEZ CRISTANCHO, Carmen Cecilia. Entornos Naturales 1. Bogotá. Ed. Libros & Libros. 2006.

HERNANDEZ MORENO, Luz Marina. Mundo Natural 1, Medellín. Ed. Susaeta Ediciones. 2003.

CASTRO VALDERRAMA, Heublyn. Biáreas 2. Bogotá. Norma. 2005.

CASTRO, Claudia Alexandra. Misión Naturaleza 2. Bogotá. Educar Editores. 2009.

10. MALLA CURRICULAR

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	PRIMERO
OBJETIVO DEL GRADO	Comprender los conceptos y formas de proceder en las diferentes ciencias naturales (entorno físico y vivo) para explorar el entorno natural donde viven y entender el universo.
COMPETENCIAS	Identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	1		
REFERENTES TEMÁTICOS	• Clasificación de seres vivos e inertes • Características y partes de la planta • Características observables de los animales • Acciones de cuidado a plantas y animales		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que los seres vivos (plantas y animales) tienen características comunes (se alimentan, respiran, tienen un ciclo de vida, dependen e interactúan con el entorno.) y los diferencia de los objetos inertes. DBA 3		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Diferencia un ser vivo de un ser inerte, fundamentando sus características Reconoce las partes de una planta Identifica los animales vertebrados e invertebrados	Clasifica los seres vivos de acuerdo a sus características	Valoro la temática sobre los seres vivos y la clasificación de los elementos de la naturaleza y su vitalidad, ampliando y compartiendo información referente Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno.	

PERIODO	2		
REFERENTES TEMÁTICOS	• El cuerpo humano • Semejanzas y diferencias • Cuidados del cuerpo humano • Órganos de los sentidos y su cuidado		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que los sentidos le permiten percibir algunas características de los objetos que nos rodean (temperatura, sabor, sonidos, olor, color, texturas y formas). DBA 1		

	Comprende que su cuerpo experimenta constantes cambios a lo largo del tiempo y reconoce a partir de su comparación que tiene características similares y diferentes a las de sus padres y compañeros. DBA 4	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Reconoce el cuerpo humano, sus partes y los cambios que experimenta	Describe y caracteriza, utilizando el sentido apropiado, sonidos, sabores, olores, colores, texturas y forma Describe y registra similitudes y diferencias físicas que observa entre niños y niñas	Muestra respeto y conoce los cuidados de su cuerpo, el de los demás y de su entorno.

PERIODO	3	
REFERENTES TEMÁTICOS	● Elementos de la naturaleza ● El ciclo del agua y sus estados ● Fuentes de luz, calor y sonido ● Reconocimiento de puntos comunes y diferentes	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que los sentidos le permiten percibir algunas características de los objetos que nos rodean (temperatura, sabor, sonidos, olor, color, texturas y formas).	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Identifica las fuentes de luz, calor y sonido de su entorno.	Describe y experimenta utilizando los sentidos, diferentes	Valora las opiniones de los demás y reconoce puntos comunes y diferentes.

Reconoce los cambios de estado del agua	fuentes de luz, calor y sonido	
---	--------------------------------	--

PERIODO	4		
REFERENTES TEMÁTICOS	• Cuerpos celestes • Movimientos del sol, la luna y las estrellas • Características de los materiales • Experimentos de situaciones sencillas de su entorno		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que existe una gran variedad de materiales y que éstos se utilizan para distintos fines, según sus características (longitud, dureza, flexibilidad, permeabilidad al agua, solubilidad, ductilidad, maleabilidad, color, sabor, textura).		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Identifica algunos cuerpos celestes y sus características Reconoce los movimientos de algunos cuerpos celeste Reconoce algunos materiales que existen en la naturaleza y sus propiedades	Clasifica materiales de uso cotidiano y sus propiedades a partir de características que percibe con los sentidos,	Comparte sus ideas con sus compañeros y respeta el trabajo de los demás.	

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	SEGUNDO
OBJETIVO DEL GRADO	- Reconocer los cambios en el desarrollo de los seres vivos, sus interacciones y las características fundamentales de la materia. - Identificar fenómenos físicos que afectan a los seres vivos y comparar técnicas desarrolladas por el hombre que transforman el entorno.
COMPETENCIAS	Identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajo en equipo.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	1		
REFERENTES TEMÁTICOS	• Reseña histórica de la evolución del hombre. • Los seres vivos y los seres inertes. • Las actividades vitales de los seres vivos: alimentación, respiración, la reproducción y la relación con el medio.		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Explica los procesos de cambios físicos que ocurren en el ciclo de vida de plantas y animales de su entorno, en un período de tiempo determinado. Comprende la relación entre las características físicas de plantas y animales con los ambientes en donde viven, teniendo en cuenta sus necesidades básicas (luz, agua, aire, suelo, nutrientes, desplazamiento y protección).		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Explica cómo las características físicas de un animal o planta le ayudan a vivir en un cierto ambiente. Predice posibles problemas que podrían ocurrir cuando no se satisfacen algunas de las necesidades básicas en el desarrollo de plantas y animales, a partir de los resultados obtenidos en experimentaciones sencillas.	Representa con dibujos u otros formatos los cambios en el desarrollo de los animales en un período de tiempo, identificando procesos como el crecimiento y la reproducción. Construye preguntas y mantiene el interés por buscar posibles respuestas en diferentes fuentes de información.	Establece y sigue alternativas para cuidar su medio ambiente. Sigue instrucciones que le permitan un mejor autocuidado.	

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	2
REFERENTES TEMÁTICOS	- Relación de los seres vivos entre sí y el ambiente - Concepto de hábitat, medio ambiente, interdependencia, equilibrio, subsistencia, adaptación.

	El entorno como proveedor para cubrir las necesidades básicas de los seres vivos: alimento (cadena alimentaria), formas de desplazamiento y de reproducción de los seres vivos.	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende la relación entre las características físicas de plantas y animales con los ambientes en donde viven, teniendo en cuenta sus necesidades básicas (luz, agua, aire, suelo, nutrientes y seguridad).	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Establece la relación de los seres vivos con su medio: adaptación, alimentación, desplazamiento etc; argumentando el sentido de interdependencia y de equilibrio natural necesario para la subsistencia.	Explica conceptos como equilibrio, dependencia, hábitat adaptación, medio ambiente a través de textos (orales o escritos) o gráficos, evidenciando la comprensión de la importancia de la relación de los seres entre sí y su medio.	Muestra interés en los temas sobre la relación de los seres vivos con su medio, estableciendo y practicando estrategias para el cuidado de sí y de su entorno próximo.

PERIODO	3	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Concepto de materia; propiedades de la materia y clasificación de los materiales. • Los estados de la materia: líquido, sólido y gaseoso. • Cambios de estado en el ciclo del agua: evaporación, solidificación, condensación, fusión. • Laboratorios y reflexión.	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	(Tomado DBA de las mallas de aprendizaje MEN) ENTORNO FÍSICO Comprende que las sustancias pueden encontrarse en distintos estados (sólido, líquido y gaseoso).	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Compara las características físicas observables de diferentes materiales, especialmente en diferentes líquidos (fluidez, viscosidad, transparencia en agua, aceite, miel).	Clasifica materiales de su entorno según su estado (sólidos, líquidos o gases) a partir de sus propiedades básicas (si tienen forma propia o adoptan la del recipiente que los contiene, si fluyen, entre otros).	Sigue instrucciones para la manipulación de diferentes materiales al hacer las diferentes experiencias guiadas.
Reconoce el aire como un material a partir de evidencias de su presencia, aunque no se pueda ver, en el marco de	Realiza observaciones y experiencias guiadas en función de una pregunta dada por el	

distintas experiencias (abanicar, soplar, entre otros).	docente, describiendo con detalle lo observado.	
---	---	--

PERIODO	4	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Concepto de fuerza (Se incluye la fuerza de gravedad y fuerza centrífuga). • Cambios que sufren algunos cuerpos sometidos a la fuerza. • Laboratorios y reflexión.	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	(Tomado DBA de las mallas de aprendizaje MEN) ENTORNO FÍSICO Comprende que una acción mecánica (fuerza) puede producir distintas deformaciones en un objeto, y que este resiste a las fuerzas de diferente modo, de acuerdo con el material del que está hecho.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Compara los cambios de forma que se generan sobre objetos constituidos por distintos materiales (madera, hierro, plástico, plastilina, resortes, papel, entre otros), cuando se someten a diferentes acciones relacionadas con la aplicación de fuerzas (estirar, comprimir, torcer, aplastar, abrir, partir, doblar, arrugar).	Clasifica los materiales según su resistencia a ser deformados cuando se les aplica una fuerza. Predice el tipo de acción requerida para producir una deformación determinada en un cierto material y las comunica haciendo uso de diferentes formatos (oral, escrito).	Participa en los diferentes laboratorios, siguiendo las instrucciones de trabajo.

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	TERCERO
OBJETIVO DEL GRADO	Comprender la relación entre los seres vivos y su ciclos de vida Explicar los fenómenos físicos y la utilidad de algunos objetos y técnicas desarrollados por el ser humano.
COMPETENCIAS	Indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	1
REFERENTES TEMÁTICOS	• El ciclo de vida de los seres vivos • Organización de los seres vivos en la naturaleza (reinos) • Seres bióticos y seres abióticos • Características generales de las plantas

	● Características generales de los animales : vertebrados - invertebrados ● Características generales de hombre ● Función vital de los seres vivos : la nutrición,relación y reproducción. ● Trabajo colaborativo :	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Establece relaciones esenciales entre los seres vivos con su entorno, para garantizar la supervivencia en un ecosistema.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Compara patrones comunes de los organismos y describe sus ciclos de vida .	Clasifica información que le permite aclarar sus inquietudes , sobre los seres de la naturaleza en diversas fuentes	Toma conciencia sobre el cuidado de los seres vivos de su entorno y hace propuestas comunes para su preservación.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	2		
REFERENTES TEMÁTICOS	● Factores bióticos y abióticos ● Medio ambiente ● Fauna y flora ● Fauna endémica Antioquia ● Flora endémica de Antioquia ● Fauna y flora en peligro de extinción. ● Características del suelo ● El aire como elemento esencial ● El agua como elemento vital ● Trabajo colaborativo : ¿Por qué salvar el planeta ?		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Explica la influencia de los factores abióticos(luz, temperatura, suelo y aire) en el desarrollo de los factores bióticos(fauna y flora). Comprende las relaciones e interdependencia de los seres vivos con otros organismos de su entorno y las explica como esenciales para su supervivencia en un ambiente determinado.		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Diferencia los factores bióticos de los abióticos de un ecosistema propio de su región. Interpreta las relaciones que establece el ser vivo como esenciales para la supervivencia en un ecosistema dado.	Interpreta los ecosistemas de su región describiendo relaciones entre factores bióticos y abióticos. Describe y registra las relaciones que le permiten sobrevivir como ser humano en un ecosistema.	Predice los efectos que ocurren en los ecosistemas al alterarse un factor abiótico y/o biótico. Comparte estrategias, que permiten el cuidado del medio ambiente.	

--	--	--

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	3		
REFERENTES TEMÁTICOS	● Recursos naturales y artificiales ● Tipos de recursos y tipos de desechos ● Clases de materiales y sus características. ● Concepto de materia ● Características generales: masa, peso y volumen ● Características específicas : ● Estados de la materia. ● Cambios de estado de la materia ● El ciclo del agua. ● La energía como influencia en los cambios de la materia. ● Calor y Temperatura. ● Manifestaciones de la energía ● Materiales conductores de energía y calor.		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende la influencia de la variación de la temperatura en los cambios de estado de la materia, considerando como ejemplo el caso del agua.		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Explica fenómenos cotidianos en los que se pone de manifiesto el cambio de estado del agua a partir de las variaciones de la temperatura.	Utiliza instrumentos convencionales para hacer mediciones de masa volumen y temperatura que le permiten diseñar experiencias sobre los cambios de estados.	Elabora conclusiones a partir de los resultados obtenidos en la experimentación y la comparte con sus compañeras. Comunica sus ideas y conclusiones en distintos formatos y para diferentes audiencias.	

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	4		
REFERENTES TEMÁTICOS	- Concepto de luz - Fuentes de luz - Luz y oscuridad. - Cómo se producen las sombras. - Propagación de la luz a través de diferentes materiales. - El sonido y sus características. - Cómo se produce el sonido. - Intensidad del sonido: sonidos fuertes y débiles		

	• Propagación del sonido. • Sonido y ruido- • Contaminación sonora.	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende la naturaleza y las características del sonido y la forma como se propaga en distintos medios. Comprende la forma en que se propaga la luz a través de diferentes materiales .	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Compara en un experimento , distintos materiales de acuerdo con la cantidad de luz que dejan pasar y selecciona el tipo de materiales que elegiría para un cierto fin. Demuestra que el sonido es una vibración mediante el uso de diferentes fuentes para producirlo.	Selecciona la fuente apropiada para iluminar completamente una determinada superficie teniendo en cuenta que la luz se propaga en todas las direcciones y viaja en línea recta. Describe y compara sonidos según su altura y su intensidad.	Describe las precauciones que debe tener presente frente a la exposición de los ojos a rayos de luz directa que puede causarle daño. Identifica elementos de contaminación sonora y propone estrategias para evitar dicha contaminación.

CUADRO N.º 1 NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	CUARTO
OBJETIVO DEL GRADO	Identificar estructuras de los seres vivos que les permiten desarrollarse en un entorno y que se utilizan como criterios de clasificación. Identificar transformaciones del entorno y algunas aplicaciones tecnológicas.
COMPETENCIAS	Indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

CUADRO N.º 2 MALLA CURRICULAR

PERIODO	1
REFERENTES TEMÁTICOS	• Organización externa de los seres vivos • Concepto de ecosistema.

	● Elementos de un ecosistema : individuo, población , comunidad , ecosistema, biosfera. ● Relaciones entre los seres vivos.(individuo.población,comunidad,ecosistema, biosfera) ● Clases de ecosistemas : acuático, terrestre y transición. ● Hábitat y clases de hábitat. ● Relación entre suelo y ecosistema ● Relación entre fauna y flora. ● Problemas ambientales	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que existen distintos tipos de ecosistemas y que sus características físicas, permiten que habiten en ellos diferentes seres vivos.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Identifica grupos taxonómicos como unidad de clasificación de los seres vivos. Observo mi entorno y retomo información sencilla para aplicar los conceptos trabajados en clase.	Elaboro hipótesis derivadas de mis experiencias para dar respuestas a diversas inquietudes. Establezco semejanzas y diferencias entre diversos tipos de ecosistemas	Comparto con mis compañeras diferentes ideas sobre el ambiente natural,sus características y cuidados,respetando la opinión de los demás.

PERIODO	2	
REFERENTES TEMÁTICOS	● Niveles tróficos ● Alteración de niveles tróficos ● Cadena, pirámides y referentes tróficos ● Relación entre seres vivos de un ecosistema : intraespecíficas-interespecíficas. ● Conservación del medio ambiente ● Problemática ambiental de Colombia ● Estrategias para la conservación del medio ambiente ● Relación entre ecosistema y supervivencia.	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Explica las características físicas de los ecosistemas que afectan la supervivencia de los organismos. Propone representaciones de ecosistemas característicos de su región y plantea estrategias para su conservación.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Identifico y observo situaciones de la problemática ambiental de Colombia.	Explico como las características físicas de los ecosistemas afectan la supervivencia de los organismos. Registro y realizo información sobre las estrategias para la conservación del medio ambiente.	Describo relaciones que establecer los seres en los niveles tróficos y analizo las posibles estrategias para conservarlos.

PERIODO	3	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Composición de la materia • Concepto de mezcla y combinación • Clases de mezclas • Separación de mezclas	

	• Sustancias puras y mezclas • Métodos de separación de mezclas	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que existen distintos tipos de mezclas (homogéneas y heterogéneas) que de acuerdo con los materiales que las componen pueden separarse mediante diferentes técnicas (filtración, tamizado, decantación, evaporación).	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Identifico el tipo de mezcla que se producirá a partir de la combinación de materiales, considerando ejemplos de materiales cotidianos en diferentes estados de agregación (agua-aceite, arena gravilla, agua-piedras).	Selecciono las técnicas para separar una mezcla dada, de acuerdo con las propiedades de sus componentes. Clasificó como homogénea o heterogénea una mezcla dada, a partir del número de fases observadas	Comparó las ventajas y desventajas de distintas técnicas de separación (filtración, tamizado, decantación, evaporación) de mezclas homogéneas y heterogéneas, considerando ejemplos de mezclas concretas.
Reconozco la importancia de la separación de mezclas en la purificación del agua.		

PERIODO	4	
REFERENTES TEMÁTICOS	● Concepto de movimiento ● Características del movimiento ● Clases de movimiento ● Cambios de movimiento ● Elementos del movimiento ● Movimiento y fuerza- ● Aceleración y reposo	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que la magnitud y la dirección en que se aplica una fuerza puede producir cambios en la forma como se mueve un objeto (dirección y rapidez).	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Indico, a partir de pequeñas experiencias, cuando una fuerza aplicada sobre un cuerpo no produce cambios en su estado de reposo, de movimiento o en su dirección. Anticipo y explicó en una situación de objetos desplazándose por diferentes superficies (lisas, rugosas) en cuál de ellas el cuerpo puede mantenerse por más tiempo en movimiento.	Describo las características de las fuerzas (magnitud y dirección) que se deben aplicar para producir un efecto dado (detener, acelerar, cambiar de dirección)	Comunicó resultados sobre los efectos de la fuerza de fricción en el movimiento de los objetos al comparar superficies con distintos niveles de rozamiento. Comparto resultados sobre los efectos de la fuerza de fricción en el movimiento de los objetos al comparar superficies con distintos niveles de rozamiento

GRADO	QUINTO
OBJETIVO DEL GRADO	Identificar estructuras de los seres vivos y sus funciones a nivel sistémico que les permiten desarrollarse en un entorno y que se utilizan como criterio de clasificación. Identificar transformaciones del entorno a partir de la aplicación principios físicos, químicos y biológicos que permiten el desarrollo de tecnologías.
COMPETENCIAS	Indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

CUADRO N.º 2 MALLA CURRICULAR

PERIODO	1	
REFERENTES TEMÁTICOS	● La célula ● Estructura de las células. ● Funciones de los organelos ● Celula vegetal y animal. ● Clasificación de los seres según sus células ● Niveles de organización celular ● Teorias celulares. ● Célula, tejido,órganos y sistemas ● Funciones vitales : nutrición, relación y reproducción. ● Nutrición animal y vegetal : aparatos ● Relación de los seres vivos: sistemas ● Reproducción animal y vegetal ● Enfermedades celulares.	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que los sistemas del cuerpo humano está formado por órganos,tejidos y células, que la estructura de cada tipo de célula está relacionada con la función del tejido que forman. Relaciona El funcionamiento y cuidado del cuerpo con la práctica de hábitos como alimentación balanceada , ejercicio e higiene corporal. explica las transformaciones de los alimentos en el organismo durante el proceso de la digestión.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Explico el proceso de obtencion de energia de las células. Reconozco la importancia de las células como unidad básica de todo ser vivo.	Hago preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo alguna de ellas para buscar respuestas. Propongo Explicaciones provisionales para responder a mis preguntas.	Demuestro respeto, por los diferentes puntos de vista que tienen mis compañeras. Propongo acciones que conllevan al cuidado y respeto por la organización de los seres vivos.

identifico los niveles de organización celular de los seres vivos.		
--	--	--

PERIODO	2	
REFERENTES TEMÁTICOS	● Los ambientes y sus componentes. ● Las adaptaciones. ● Los seres vivos como modificadores del ambiente. ● Los ambientes y el ser humano. ● Cambios en los ambientes naturales ● La extinción y la preservación ● Los fósiles y la extinción a lo largo del tiempo. ● La relación evolutiva entre los seres vivos:relación alimentaria. ● Problemática Ambiental en Colombia.	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Explico la dinámica de un ecosistema, teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Explico los procesos de obtencion de energia de los seres vivos. saco conclusiones de mis experiencias , he intento dar solución a las hipótesis `planteadas.	Establezco relaciones entre el efecto invernadero, lluvia ácida y el debilitamiento de la capa de ozono con la contaminación atmosférica.	Participó en la construcción de estrategias de forma colectiva para la atencion y prevencion de riesgos.

PERIODO	3	
REFERENTES TEMÁTICOS	● Conformación de la materia :átomos ● Organización de la materia en la naturaleza (tabla periódica) ● Compuestos y mezclas ● La química y la cocina. ● Cambios que presenta la materia : fisicos y quimicos ● Interacción de la materia	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Compara las ventajas y desventajas de distintas técnicas de separación (filtración, tamizado, decantación, evaporación) de mezclas homogéneas y heterogéneas, considerando ejemplos de mezclas concreta.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Clasifica como homogénea o heterogénea una mezcla dada,		Propongo y verifico diferentes métodos de separación de mezclas.

a partir del número de fases observadas.	Verifico las posibilidades de mezclar diversos , sólidos , líquidos y gases.	
--	--	--

PERIODO	4	
REFERENTES TEMÁTICOS	• El cuerpo humano fuente de energía • La energía • Las máquinas simples • La energía, sus clases y manifestaciones. • La energía eléctrica • Circuitos simples • Fuerza y máquinas simples	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende que un circuito eléctrico básico está formado por un generador o fuente (pila), conductores (cables) y uno o más dispositivos (bombillos, motores, timbres), que deben estar conectados apropiadamente (por sus dos polos) para que funcionen y producen diferentes efectos.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Identifico los diferentes efectos que se producen en los componentes de un circuito como luz y calor en un bombillo, movimiento en un motor y sonido en un timbre.	Realizo circuitos eléctricos simples que funcionan con fuentes (pilas), cables y dispositivos (bombillo, motores, timbres) y los representa utilizando los símbolos apropiados.	Identifico y soluciono dificultades cuando construye un circuito que no funciona.
Identifico dificultades en la construcción de un circuito eléctrico simple.	Identifico efectos en los componentes de un circuito (luz, calor, movimiento, sonido).	Elaboro explicaciones y conclusiones respaldadas en datos empíricos e información de fuentes bibliográficas.

GRADO	SEXTO
• OBJETIVO DEL GRADO	• Identificar las condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas. • Establecer relaciones entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades de las sustancias que la constituyen. • Reconocer la importancia de los recursos naturales en la obtención de energía e identificar los factores que influyen en el movimiento de los objetos.
COMPETENCIAS	Indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

CUADRO N.º 2 MALLA CURRICULAR

PERIODO	1	
REFERENTES TEMÁTICOS	● El universo y el origen de la vida ● Célula y los tejidos Funciones de la célula ● Los sistemas de órganos ● Taxonomía y características taxonómicas ● Dominios y reinos de la naturaleza	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende algunas de las funciones básicas de la célula (transporte de membrana, obtención de energía y división celular) a partir del análisis de su estructura. Comprende la clasificación de los organismos en grupos taxonómicos, de acuerdo con el tipo de células que poseen y reconoce la diversidad de especies que constituyen nuestro planeta y las relaciones de parentesco entre ellas	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Explica el posible origen de la vida y el mantenimiento de las especies. Explica la estructura de la célula, sus funciones básicas, la clasificación taxonómica de los organismos y las relaciones entre los diferentes sistemas de órganos Identifica organismos (animales o plantas) de su entorno y los clasifica usando gráficos, tablas y otras representaciones siguiendo claves taxonómicas simples.	Interpreta modelos sobre los procesos de división celular, transporte y respiración, como mecanismos que permiten explicar la regeneración de tejidos y el crecimiento de los organismos. Clasifica organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células. Explica la clasificación taxonómica como mecanismo que permite reconocer la biodiversidad en el planeta y las relaciones de parentesco entre los organismos. Explica las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas de órganos	Presenta propuestas para cuidar su salud y el entorno a partir de los conocimientos adquiridos.

PERIODO	2	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Ecología y ecosistemas • Factores bióticos y abióticos • Biodiversidad y Adaptaciones • Biodiversidad en ecosistemas colombianos • Importancia de los microorganismos en los ecosistemas	

DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende la clasificación de los organismos en grupos taxonómicos, de acuerdo con el tipo de células que poseen y reconoce la diversidad de especies que constituyen nuestro planeta y las relaciones de parentesco entre ellas	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Reconoce las adaptaciones de diferentes poblaciones en ecosistemas colombianos	Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones.	Se interesa por documentarse sobre temas de ciencia y por cuidar los seres vivos y los objetos de su entorno.
Describe el uso de microorganismos, las posibles enfermedades que se pueden transmitir y el avance tecnológico para prevenirlas y controlarlas.	Establezco las adaptaciones de algunos seres vivos en ecosistemas de Colombia.	
	Indago acerca del uso industrial de microorganismos que habitan en ambientes extremos	

PERIODO	3	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Historia de la química • La materia y sus propiedades • Estados y clases de la materia • Las mezclas y separación de mezclas • Tabla periódica	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende la clasificación de los materiales a partir de grupos de sustancias (elementos y compuestos) y mezclas (homogéneas y heterogéneas). Comprende que la temperatura (T) y la presión (P) influyen en algunas propiedades fisicoquímicas (solubilidad, viscosidad, densidad, puntos de ebullición y fusión) de las sustancias, y que estas pueden ser aprovechadas en las técnicas de separación de mezclas.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Reconoce los orígenes de química hasta llegar a la ciencia moderna	Verifica experimentalmente propiedades químicas y físicas de los elementos	Comparte los resultados de sus investigaciones y prácticas experimentales
Establece diferencias entre las características de la materia, sus propiedades y las sustancias que las constituyen.	Diseña, realiza experimentos y verifica el efecto de modificar diversas variables para dar respuesta a preguntas	Reconoce que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente
Identifica diferentes métodos de separación de mezclas y los		

analiza en procesos artesanales e industriales		
--	--	--

PERIODO	4	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Historia de la física • Magnetismo • Electromagnetismo	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE (DBA) y/o ESTÁNDARES	Comprende cómo los cuerpos pueden ser cargados eléctricamente asociando esta carga a efectos de atracción y repulsión	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER / CONVIVIR
Identifica si los cuerpos tienen cargas iguales o contrarias a partir de los efectos de atracción o repulsión que se producen.	Utiliza procedimientos (frotar barra de vidrio con seda, barra de plástico con un paño, contacto entre una barra de vidrio cargada eléctricamente con una bola de icopor) con diferentes materiales para cargar eléctricamente un cuerpo.	Utiliza fuentes de energía que no afecten el bienestar del planeta

1. MALLA CURRICULAR

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	SÉPTIMO
OBJETIVO DEL GRADO	• Conocer las ventajas de una alimentación balanceada, de la actividad física y los efectos del consumo de sustancias perjudiciales para la salud. • Reconocer el potencial de los recursos naturales, la forma como se han utilizado en desarrollos tecnológicos y las consecuencias de la acción del ser humano sobre ellos. • Identificar las fuerzas fundamentales que generan interacciones en la materia y su relación con el modelo planetario.
COMPETENCIAS	Indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	1
----------------	----------

REFERENTES TEMÁTICOS	• Nutrición y metabolismo en los seres vivos • Tipos de nutrición • Proceso de fotosíntesis • Fotosíntesis y respiración celular • Hábitos de vida saludable	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende que en las cadenas y redes tróficas existen flujos de materia y energía, y los relaciona con procesos de nutrición, fotosíntesis y respiración celular	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Identifica los tipos de membranas y reconoce los procesos metabólicos que les permiten cumplir con las funciones biológicas de los organismos. Reconoce la fotosíntesis como un proceso de construcción de materia orgánica a partir del aprovechamiento de la energía solar y su combinación con el dióxido de carbono del aire y el agua y predice qué efectos sobre la composición de la atmósfera terrestre podría tener su disminución a nivel global	Compara el proceso de fotosíntesis con el de respiración celular, considerando sus reactivos y productos y su función en los organismos. Verifica y explica tu los procesos de ósmosis y difusión. Explica tipos de nutrición (autótrofa y heterótrofa) en las cadenas y redes tróficas dentro de los ecosistemas.	Comprende la importancia de la actividad física, la dieta balanceada, además de los efectos del consumo de sustancias perjudiciales para la salud.

PERIODO	2
REFERENTES TEMÁTICOS	• Cadenas y redes tróficas • Ciclos Biogeoquímicos • Contaminación, erosión y deforestación • Función de los microorganismos en el ambiente
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende que en las cadenas y redes tróficas existen flujos de materia y energía, y los relaciona con procesos de nutrición, fotosíntesis y respiración celular

	Comprende la relación entre los ciclos del carbono, el nitrógeno y del agua, explicando su importancia en el mantenimiento de los ecosistemas.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Explica tipos de nutrición (autótrofa y heterótrofa) en las cadenas y redes tróficas dentro de los ecosistemas. Explica a partir de casos los efectos de la intervención humana (erosión, contaminación, deforestación) en los ciclos biogeoquímicos sus consecuencias ambientales y propone posibles acciones para mitigarlas o remediarlas. Reconoce las principales funciones de los microorganismos, para identificar casos en los que se relacionen con los ciclos biogeoquímicos y su utilidad en la vida diaria.	Establece relaciones entre los ciclos del Carbono y Nitrógeno con el mantenimiento de los suelos en un ecosistema. Establece relaciones entre los ciclos del Carbono y Nitrógeno con el mantenimiento de los suelos en un ecosistema. Describo y relaciono los ciclos del agua, de algunos elementos y de la energía en los ecosistemas.	Propone acciones de uso responsable del agua en su hogar, en la escuela y en sus contextos cercanos. Establece la importancia de mantener la biodiversidad para estimular el desarrollo del país.

PERIODO	3	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Historia de la química • Teoría atómica y postulados de Dalton • La radiactividad • La naturaleza eléctrica de la materia • Modelos atómicos • La tabla periódica de los elementos	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Explica cómo las sustancias se forman a partir de la interacción de los elementos y que estos se encuentran agrupados en un sistema periódico	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Reconoce la teoría atómica y sus cambios a lo largo del tiempo	Usa modelos y representaciones que le	Reconoce que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que

hasta llegar a las teorías modernas Identifica las transformaciones de la tabla periódica a través del tiempo y los elementos que conforman la materia existente. Explica la variación de algunas de las propiedades (densidad, temperatura de ebullición y fusión) de sustancias simples (metales, no metales, metaloides y gases nobles) en la tabla periódica.	permiten reconocer la estructura del átomo y su relación con su ubicación en la Tabla Periódica. Ubica a los elementos en la Tabla Periódica con relación a los números atómicos (Z) y másicos (A). Explico cómo un número limitado de elementos hace posible la diversidad de la materia conocida.	varios pueden ser válidos simultáneamente Toma decisiones sobre alimentación y práctica de ejercicio que favorezca su salud
--	--	---

PERIODO	4	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Cinética • Potencial gravitacional • Sistema mecánico • Caída libre	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende las formas y las transformaciones de energía en un sistema mecánico y la manera como, en los casos reales, la energía se disipa en el medio (calor, sonido).	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Identifica las formas de energía mecánica (cinética y potencial) que tienen lugar en diferentes puntos del movimiento en un sistema mecánico (caída libre, montaña rusa, péndulo).	Relaciona las variables velocidad y posición para describir las formas de energía mecánica (cinética y potencial gravitacional) que tiene un cuerpo en movimiento. Representa gráficamente las energías cinética y potencial gravitacional en función del tiempo.	Valora los aportes del conocimiento común y los comparte con sus compañeros

2. MALLA CURRICULAR

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	Octavo
OBJETIVO DEL GRADO	• Explica el proceso de reproducción en los seres vivos, los factores que inciden en la reproducción humana y la sexualidad que permiten tomar decisiones responsables. • Analiza relaciones entre sistemas de órganos (excretor, inmune, nervioso, endocrino, óseo y muscular) con los procesos de regulación de las funciones en los seres vivos. • Analiza la reproducción (asexual, sexual) de distintos grupos de seres vivos y su importancia para la preservación de la vida en el planeta. • Comprende que en una reacción química se recombinan los átomos de las moléculas de los reactivos para generar productos nuevos, y que dichos productos se forman a partir de fuerzas intramoleculares (enlaces iónicos y covalentes).
COMPETENCIAS	Indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	1		
REFERENTES TEMÁTICOS	● Sistema excretor ● Sistema inmune ● Sistema nervioso: S.N. Central, periférico, somático y autónomo ● Sistema endocrino ● Sistema óseo ● Sistema Muscular		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Analiza relaciones entre sistemas de órganos (excretor, inmune, nervioso, endocrino, óseo y muscular) con los procesos de regulación de las funciones en los seres vivos.		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Identifica los mecanismo relacionados en el proceso de excreción en los diferentes seres vivos	Relaciona el papel biológico de las hormonas y las neuronas en la regulación y coordinación del funcionamiento de los sistemas del organismo y el mantenimiento de la homeostasis, dando ejemplos para funciones como la reproducción sexual, la digestión de los alimentos, la regulación de la presión sanguínea y la respuesta de “lucha o huida”.	Explica, a través de ejemplos, los efectos de hábitos no saludables en el funcionamiento adecuado de los sistemas excretor, nervioso, inmune, endocrino, óseo y muscular.	
Relaciona los fenómenos homeostáticos de los organismos con el funcionamiento de órganos y sistemas.	Interpreta modelos de equilibrio existente entre algunos de los		

	sistemas (excretor, inmune, nervioso, endocrino, óseo y muscular).	
--	--	--

PERIODO		2
REFERENTES TEMÁTICOS		• Reproducción Celular • Mitosis • Meiosis • Reproducción en plantas y animales • Reproducción humana
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE		Analiza la reproducción (asexual, sexual) de distintos grupos de seres vivos y su importancia para la preservación de la vida en el planeta.
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Diferencia los tipos de reproducción en plantas y propone su aplicación de acuerdo con las condiciones del medio donde se realiza.	Explica los sistemas de reproducción sexual y asexual en animales y reconoce sus efectos en la variabilidad y preservación de especies. Explica la importancia de la aplicación de medidas preventivas de patologías relacionadas con el sistema reproductor.	Reconoce los riesgos y consecuencias físicas y psicológicas de un embarazo en la adolescencia.

PERIODO		3
PREGUNTA PROBLEMATIZADORA		¿Cómo es la microestructura de los materiales y cómo influye ésta en las características de las sustancias que conforman los sistemas biológicos?
REFERENTES TEMÁTICOS		• Distribución electrónica • Ley del octeto • Tipos de enlaces • Sustancias y mezclas • Propiedades de las sustancias y mezclas
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE		Comprende que en una reacción química se recombina los átomos de las moléculas de los reactivos para generar productos nuevos, y que dichos productos se forman a partir de fuerzas intramoleculares (enlaces iónicos y covalentes).
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Describe las propiedades físicas y químicas de diferentes materiales y reconoce las características de cambios químicos y mezclas.	Representa los tipos de enlaces (iónico y covalente) para explicar la formación de compuestos dados, a partir de criterios como la electronegatividad y las	Asume una actitud proactiva en el desarrollo de las actividades escolares.

	relaciones entre los electrones de valencia.	
--	--	--

PERIODO	4		
REFERENTES TEMÁTICOS	• Energía • Trabajo • Temperatura • Calor • Conversión de temperatura • Leyes de la termodinámica		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustión, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (primera y segunda ley).		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Establece diferencias concretas entre calor y temperatura.	Desarrolla ejercicios de conversión de unidades de temperatura.	Asume una actitud proactiva en el desarrollo de las actividades escolares.	
Describe el cambio en la energía interna de un sistema a partir del trabajo mecánico realizado y del calor transferido.	Explica, haciendo uso de las leyes termodinámicas, el funcionamiento térmico de diferentes máquinas (motor de combustión, refrigerador).		
Explica las generalidades de las leyes de la termodinámica			

3. MALLA CURRICULAR

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	Noveno
OBJETIVO DEL GRADO	• Explicar la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural. • Identificar aplicaciones de algunos conocimientos sobre la herencia y la reproducción al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones. • Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes. • Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies.

	Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.
COMPETENCIAS	Indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO		1
REFERENTES TEMÁTICOS		- Origen del Universo - Evolución - Teorías de la evolución - Darwinismo - Selección Natural - Hominización
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE		Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Reconoce las teorías actualmente aceptadas sobre el origen del universo Explica las evidencias que dan sustento a la teoría del ancestro común y a la de selección natural (evidencias de distribución geográfica de las especies, restos fósiles, homologías, comparación entre secuencias de ADN).	Argumenta con evidencias científicas la influencia de las mutaciones en la selección natural de las especies.	Acepta que los modelos de la ciencia se transforman y que varios pueden tener validez en la actualidad.

PERIODO		2
REFERENTES TEMÁTICOS		- ADN Y ARN - Síntesis de proteínas - Código genético - Genética mendeliana - Genotipo, fenotipo, alelos, herencia - Leyes de Mendel - Variabilidad genética

	• Mutaciones	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes. Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Explica la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia. Relaciona la producción de proteínas en el organismo con algunas características fenotípicas para explicar la relación entre genotipo y fenotipo.	Predice mediante la aplicación de diferentes mecanismos (probabilidades o punnet) las proporciones de las características heredadas por algunos organismos Interpreta a partir de modelos la estructura del ADN y la forma como se expresa en los organismos, representando los pasos del proceso de traducción (es decir, de la síntesis de proteínas).	Valora y asume los cambios que afronta su cuerpo y el de los demás. Reconoce las implicaciones de la manipulación genética sobre la herencia.

PERIODO	3
REFERENTES TEMÁTICOS	• Soluciones y sus propiedades • Clasificación de las soluciones • Factores que modifican las soluciones • Acidez y basicidad • Concentración de las disoluciones • Diluciones • Solubilidad
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y las relaciona con su importancia biológica y su uso cotidiano e industrial. Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones.
INDICADORES DE DESEMPEÑO	

CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Determina la acidez y la basicidad de compuestos dados, de manera cualitativa (colorimetría) y cuantitativa (escala de pH - pOH). Identifica los componentes de una solución y representa cuantitativamente el grado de concentración utilizando algunas expresiones matemáticas: % en volumen, % en masa, molaridad (M), molalidad (m).	Compara algunas teorías (Arrhenius, Brönsted – Lowry y Lewis) que explican el comportamiento químico de los ácidos y las bases para interpretar las propiedades ácidas o básicas de algunos compuestos. Explica la función de los ácidos y las bases en procesos propios de los seres vivos (respiración y digestión en el estómago) y de procesos industriales (uso fertilizantes en la agricultura) y limpieza (jabón). Predice qué ocurrirá con una solución si se modifica una variable como la temperatura, la presión o las cantidades de soluto y solvente. Explica qué factores afectan la formación de soluciones a partir de resultados obtenidos en procedimientos de preparación de soluciones de distinto tipo	Comparte con las compañeras los resultados de sus investigaciones y prácticas experimentales Muestra interés por buscar información sobre avances tecnológicos y sus implicaciones éticas.

PERIODO		4
REFERENTES TEMÁTICOS		• Movimiento rectilíneo uniforme • Movimiento uniforme acelerado • Desplazamiento, velocidad y aceleración
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE		Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Describe el movimiento de un cuerpo (rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado, en dos dimensiones – circular uniforme y parabólico) en gráficos que relacionan el desplazamiento, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. Identifica las modificaciones necesarias en la descripción del movimiento de un cuerpo, representada en gráficos,	Predice el movimiento de un cuerpo a partir de las expresiones matemáticas con las que se relaciona, según el caso, la distancia recorrida, la velocidad y la aceleración en función del tiempo.	Muestra interés por buscar información sobre avances tecnológicos y sus implicaciones éticas.

cuando se cambia de marco de referencia.		
--	--	--

4. MALLA CURRICULAR

QUÍMICA DÉCIMO

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO			Décimo
OBJETIVO DEL GRADO			Relacionar la estructura de los compuestos con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico. Utilizar modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la materia.
COMPETENCIAS			Interpretar situaciones, comprendiendo la información en textos, cuadros, tablas y gráficas en relación con el estado y las interacciones de un evento o situación. Establecer condiciones, desde la descripción del estado y la dinámica de un evento o situación. Plantear y argumentar hipótesis y regularidades de situaciones concretas Valorar el trabajo en Ciencias, asumiendo una posición respecto a las actividades propias del trabajo científico
DERECHOS APRENDIZAJE	BÁSICOS	DE	Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO		1
REFERENTES TEMÁTICOS		• Historia de la química • Materia, tipos y propiedades • Teoría atómica • Números cuánticos • Configuración electrónica • Tabla Periódica • Propiedades periódicas
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Establece relaciones cualitativas y cuantitativas entre la masa, el volumen y la densidad.	Desarrolla ejercicios para establecer la densidad de diferentes sustancias.	Valora los aportes de los científicos en la historia de la ciencia y reconoce que los modelos cambian con el tiempo.
Explica las teorías de los modelos atómicos y las propiedades periódicas de los elementos químicos.	Elabora la configuración electrónica de distintos elementos para determinar su ubicación exacta dentro de la tabla periódica	Asume una actitud proactiva en el desarrollo de las actividades escolares

	Uso la tabla periódica para predecir el comportamiento químico de los elementos..	
--	---	--

PERIODO	2	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Estructura de Lewis • Enlace iónico y covalente • Nomenclatura Química • Balanceo de Ecuaciones	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Explica la formación del enlace iónico y covalente, deduciendo las propiedades físicas de las sustancias que presentan estos tipos de enlace.	Determina y representa con estructuras de Lewis el tipo de enlace de algunas moléculas a partir de las propiedades de sus elementos.	Establece hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.
Nombra y formula adecuadamente compuestos inorgánicos.	Utiliza correctamente las normas de nomenclatura para nombrar y formular compuestos químicos inorgánicos.	
Balancea ecuaciones químicas dadas por el docente, teniendo en cuenta la ley de conservación de la materia.	Desarrolla ejercicios para ajustar diferentes ecuaciones química usando los métodos de balanceo por tanteo y/o óxido-reducción	

PERIODO	3		
REFERENTES TEMÁTICOS	• Estequiometría. • Relaciones estequiométricas. • Reactivo limitante. • Pureza de un reactivo. • Eficiencia de una reacción • Soluciones • Unidades de concentración.		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Interpreta correctamente una ecuación estequiométrica, en términos de moles y gramos tanto de los reactivos como de los productos.	Desarrolla cálculos matemáticos que permiten determinar la cantidad consumida de cada una de las sustancias que intervienen en una reacción.	Asume una actitud proactiva en el desarrollo de las actividades escolares	
Predice a partir de la información aportada por una reacción química, la cantidad de	Resuelve ejercicios que permiten determinar la concentración de las		

cada sustancia que participa en el proceso. Determina la concentración de distintas soluciones haciendo uso de las unidades físicas y químicas de concentración.	sustancias que conforman un sistema homogéneo.	
--	---	--

PERIODO		4
REFERENTES TEMÁTICOS		• Teorías acerca de los conceptos de ácido y base • Equilibrio iónico del agua. • pH. • Indicadores químicos • Estado gaseoso. • Leyes de los gases. • Gases ideales - Ecuación de estado.
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Explica la importancia del pH y el pOH en los sistemas biológicos. Explica el comportamiento de las sustancias en estado gaseoso, teniendo en cuenta las leyes que los rigen.	Utiliza la escala de pH para medir la acidez de distintas sustancias. Desarrolla ejercicios para establecer los cambios que ocurren en un sistema gaseoso cuando se modifican una o más condiciones.	Asume con responsabilidad sus funciones en el trabajo en equipo y valora los aportes de sus compañeros.

5. MALLA CURRICULAR QUÍMICA UNDÉCIMO

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	UNDÉCIMO
OBJETIVO DEL GRADO	Relacionar la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico. Clasifica compuestos orgánicos y moléculas de interés biológico (alcoholes, fenoles, cetonas, aldehídos, carbohidratos, lípidos, proteínas) a partir de la identificación de los distintos grupos funcionales.
	Interpretar situaciones, comprendiendo la información en textos, cuadros, tablas y gráficas en relación con el estado y las interacciones de un evento o situación.

COMPETENCIAS			Establecer condiciones, desde la descripción del estado y la dinámica de un evento o situación. Plantear y argumentar hipótesis y regularidades de situaciones concretas Valorar el trabajo en Ciencias, asumiendo una posición respecto a las actividades propias del trabajo científico
DERECHOS APRENDIZAJE	BÁSICOS	DE	Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, homólisis, heterólisis y pericíclicas) posibilitan la formación de distintos tipos de compuestos orgánicos.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO		1	
REFERENTES TEMÁTICOS		• Energía de activación • Velocidad de una reacción (Cinética). • Factores que afectan la velocidad de una reacción. • Equilibrio químico. • Ley de equilibrio químico - Constante de equilibrio. • Factores que modifican un estado de equilibrio químico: Principio de LeChatélier	
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER		HACER	SER/CONVIVIR
Reconoce los factores que controlan la velocidad de los cambios químicos en condiciones de equilibrio.		Identifica los tipos de equilibrio en sistemas de reacción indicados.	Asume con responsabilidad sus funciones en el trabajo en equipo y valora los aportes de sus compañeros.
Describe las características de los ácidos y las bases a partir de diferentes teorías.		Calcula las constantes de equilibrio para diferentes sistemas homogéneos.	

PERIODO		2	
REFERENTES TEMÁTICOS		• El carbono: Formas alotrópicas, estado natural, propiedades, hibridación, saturación. • Características, nomenclatura y formulación de Hidrocarburos: Alcanos. Alquenos. Alquinos • Isomería • Grupos Funcionales. • Nomenclatura y formulación de compuestos orgánicos oxigenados, halogenados y nitrogenados.	
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER		HACER	SER/CONVIVIR
Describe las características que hacen que el átomo del carbono sea el elemento principal de los compuestos orgánicos.		Nombra y formula correctamente hidrocarburos y compuestos orgánicos oxigenados, halogenados y nitrogenados.	Asume con responsabilidad sus funciones en el trabajo en equipo y valora los aportes de sus compañeros.

Identifica los hidrocarburos a partir de la hibridación y saturación de los átomos de carbono presentes en los compuestos.	Elabora las estructuras desarrolladas de diferentes isómeros.	
--	---	--

PERIODO	3	
REFERENTES TEMÁTICOS	Propiedades físicas y químicas de: • Hidrocarburos • Funciones oxigenadas (alcoholes, fenoles, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas, amidas, nitrilos)	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Describe las características de las reacciones en las que participan los diferentes compuestos orgánicos. Identifica las características principales de los compuestos orgánicos.	Elabora y explica cuadros comparativos entre las características de éteres y ésteres, aminas y amidas, aldehídos y cetonas, alcoholes y ácidos carboxílicos	Asume con responsabilidad sus funciones en el trabajo en equipo y valora los aportes de sus compañeros.

PERIODO	4		
REFERENTES TEMÁTICOS	• Reacciones químicas que se presentan en los seres vivos • Macromoléculas y su importancia: polímeros, clasificación de los polímeros • Biomoléculas: Carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Explica los distintos procesos bioquímicos que se dan al interior de los seres vivos con el producir y obtener energía. Describe las características de los polímeros sintéticos y naturales e identifica su importancia para el desarrollo de la vida y la sociedad. Explica las características de los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos carboxílicos y su importancia para la vida.	Debate acerca de los beneficios y daños que pueden producir los polímeros sintéticos. Construye mapas mentales que explican las características y la importancia de las biomoléculas para los seres vivos.	Asume con responsabilidad sus funciones en el trabajo en equipo y valora los aportes de sus compañeros.	

6. MALLA CURRICULAR

FISICA DECIMO.

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	DÉCIMO
OBJETIVO DEL GRADO	- Reconocer las relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas. - Relacionar la estructura de los compuestos con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico. - Utilizar modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.
COMPETENCIAS	Identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR FÍSICA 10

PERIODO	1		
REFERENTES TEMÁTICOS	• Magnitudes escalares y vectoriales • Operaciones con vectores • Conceptos básicos de física • Conversión de unidades		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende, que el reposo o el movimiento rectilíneo uniforme, se presentan cuando las fuerzas aplicadas sobre el sistema se anulan entre ellas, y que en presencia de fuerzas resultantes no nulas se producen cambios de velocidad.		
INDICADORES DE DESEMPEÑO.			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Comprende las relaciones entre las fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo y movimiento.	Plantea preguntas sobre sucesos y sus relaciones, se documenta para responderlas y formula nuevas preguntas orientadas desde la teoría.	Valora los aportes de los científicos en la historia de la ciencia y reconoce que los modelos cambian con el tiempo.	
Identifica las condiciones para conservar la energía mecánica.	Selecciona información confiable y respeta las ideas de los demás al referenciar los autores consultados.		

PERIODO	2		
REFERENTES TEMÁTICOS	- Movimiento rectilíneo - Caída libre		

DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos choques entre cuerpos movimiento pendular caída libre deformación de un sistema masa resorte	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
I Realiza descripciones usando modelos matemáticos para establecer relaciones entre causas y efectos.	Realiza informes de experimentos y muestra manejo de gráficas, esquemas, tablas de datos y demás sistemas de códigos especializados	Toma decisiones que favorecen su salud y el bienestar de la comunidad.

PERIODO	3		
REFERENTES TEMÁTICOS	● Movimiento parabólico ● Ley de Hooke ● Plano inclinado ● Movimiento circular ● Torque ● Condiciones de equilibrio ● Leyes de Newton		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos choques entre cuerpos movimiento pendular caída libre deformación de un sistema masa resorte		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	

PERIODO	4	
REFERENTES TEMÁTICOS	• Gravitación universal • Leyes de Kepler • Trabajo, potencia y energía • Densidad y presión • Principio de Pascal • Principio de Arquímedes	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos choques entre cuerpos movimiento pendular caída libre deformación de un sistema masa resorte.	

INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Comprende los modelos del comportamiento de los fluidos y su aplicación tecnológica.	Compara la información consultada con los datos de sus experiencias y construye sus conclusiones.	Asume con responsabilidad sus funciones en el trabajo en equipo y valora los aportes de sus compañeros.

6. MALLA CURRICULAR

FÍSICA UNDÉCIMO

CUADRO N° 1. NÚCLEOS DE PENSAMIENTO

GRADO	UNDÉCIMO
OBJETIVO DEL GRADO	- Explicar la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas. - Relacionar la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico. - Explicar las fuerzas entre objetos como interacciones debidas a la carga eléctrica y a la masa.
COMPETENCIAS	Identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento y para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

CUADRO N° 2. MALLA CURRICULAR

PERIODO	1	
REFERENTES TEMÁTICOS	▪ Calor y Termodinámica ▪ Movimiento circular Uniforme ▪ Movimiento armónico simple ▪ El péndulo y resortes	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos: choques entre cuerpos, movimiento pendular, caída libre, deformación de un sistema masa-resorte	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Describe las propiedades y características del movimiento armónico simple	Interpreta adecuadamente diferentes fenómenos en los que interviene el	Busca información para sustentar sus ideas, escucha los diferentes puntos de vista de sus compañeros y acepta sus argumentos cuando estos son más fuertes.

Explica la transformación de energía mecánica en energía térmica	movimiento armónico simple	
Identifica y clasifica los tipos de energía que se evidencian en los fenómenos de la naturaleza	Realiza ejercicios con resortes aplicando el movimiento armónico simple	

PERIODO	2	
REFERENTES TEMÁTICOS	● Movimiento ondulatorio ● Fenómenos ondulatorios ● El sonido ● Características del sonido	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas, respectivamente).	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Describe las propiedades y características del movimiento ondulatorio.	Aplica los conceptos de reflexión y refracción a fenómenos que ocurren en la cotidianidad	Muestra interés por buscar información sobre avances tecnológicos y sus implicaciones éticas.
Describe las características del fenómeno ondulatorio de la reflexión y refracción de la acústica		

PERIODO	3	
REFERENTES TEMÁTICOS	• La luz • La reflexión de la luz • La refracción de la luz • Instrumentos ópticos	
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas, respectivamente).	
INDICADORES DE DESEMPEÑO		
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR
Identifica los fenómenos ópticos a partir de la propagación rectilínea de la luz	Realiza experiencias donde puede determinar la relación entre el ángulo de incidencia y el de reflexión	Reconoce que la ciencia ha permitido al ser humano conocer las características de la luz, comprender cómo se comporta y cómo se utiliza este conocimiento

Determina las características de la reflexión, la refracción y la polarización Describe las características del fenómeno ondulatorio de la reflexión, refracción, de la luz en los lentes convergentes y divergentes en la formación de imágenes reales y virtuales.		para lograr grandes avances tecnológicos
--	--	--

PERIODO	4		
REFERENTES TEMÁTICOS	• La carga eléctrica • El campo eléctrico y el potencial eléctrico • La corriente eléctrica • Los circuitos eléctricos • El magnetismo		
DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Comprende las relaciones entre corriente y voltaje en circuitos resistivos sencillos en serie, en paralelo y mixtos. Comprende que la interacción de las cargas en reposo genera fuerzas eléctricas y que cuando las cargas están en movimiento genera fuerzas magnéticas.		
INDICADORES DE DESEMPEÑO			
CONOCER	HACER	SER/CONVIVIR	
Identifica el tipo de carga eléctrica (positiva o negativa) que adquiere un material cuando se somete a procedimientos de fricción o contacto.	Aplica la ley de coulomb para calcular la fuerza eléctrica sobre partículas cargadas	Identifica el campo eléctrico terrestre y su efecto sobre los diferentes instrumentos de posicionamiento global	
Reconoce que las fuerzas eléctricas y magnéticas pueden ser de atracción y repulsión, mientras que las gravitacionales solo generan efectos de atracción	Comprende las relaciones entre corriente y voltaje en circuitos resistivos sencillos en serie, en paralelo y mixtos		