Lic. Arabela Mora Z.* — Lic. Francisco Guido C.**

La enseñanza de las ciencias naturales en la escuela: problemas y perspectivas

Palabras claves: Enseñanza de las ciencias, Actitud científica, Modelos didácticos, Formación integral, Didáctica.

RESUMEN

En este artículo se analiza la situación de la enseñanza de las Ciencias Naturales en nuestras escuelas, a la luz de los tres modelos didácticos que se han propuesto en los programas oficiales del MEP.

Se hace una propuesta metodológica que oriente al educador en el planeamiento de sus lecciones, siguiendo estrategias que posibiliten la operacionalización de estos modelos en la clase, de manera que tanto el docente como el niño aprendan haciendo y reconstruyendo.

Además, se plantea la necesidad de que los docentes tengan muy clara la orientación de su práctica educativa y que se cuestionen el para qué de la enseñanza de las ciencias, si es para la transmisión de conocimiento o si es para formar personas libres, creativas, capaces de producir nuevos conocimientos y aplicarlos en pro de una sociedad más justa y equitativa.

Key words: Scince teaching, Scientific attitude, Didactic models, Integral whole, Education, Didactics.

ABSTRACT

In this article we study the situation of the teaching of the Natural Sciences in our schools, based on the three didactic models that have been proposed in the official syllabus of the MEP.

There is a methodological proposal to orient the teacher when planning his/her lessons, following strategies that not only the teacher but also the child will learn by making and reconstructing.

Besides, it is outlined the necessity that the teachers must have very clear the orientation of their educative practice, for them to question the reason of the teaching of Sciences, if it is only for the transmission of knowledge itself, or to form free, creative people, able to produce new knowledge and to apply it for promoting a fairer and more equal society.

Introducción

Cotidianamente cuando se habla de educación se piensa principalmente en la transmisión de conocimiento, pero no en la posibilidad de producirlo como una condición fundamental para promover la formación del ser humano, para que éste participe activamente en su sociedad y se realice integralmente como persona.

Por esta razón, es importante analizar crítica y reflexivamente los fundamentos epistemológicos que orientan nuestro sistema educativo en general, y la manera como los docentes enfrentan los procesos de enseñanza en el aula, en particular.

En este artículo se analiza la situación de la enseñanza de las ciencias naturales en nuestras escuelas, a la luz de los tres modelos didácticos que se han propuesto en los planes de estudio oficiales del Ministerio de Educación Pública. Según Joice y Weil (1985:12),

> "Un modelo educativo es un plan estructurado para configurar un currículo, diseñar materiales y en general para orientar la enseñanza".

Este comprende la descripción de los fundamentos psicológicos y epistemológicos en los que se sustenta y la descripción de las acciones que se deben realizar en el aula, considerando el papel del estudiante y el del profesor.

Con base en este sustento teórico, se analizarán las tendencias metodológicas que se han dado en la enseñanza de las ciencias en nuestro país y se hará una propuesta con la intencionalidad de promover un cambio conceptual en la forma de enfrentar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de esta asignatura, no solamente en las

* Lic. en Biología. Profesora Investigadora. Sede de Occidente.
** Lic. en Sociología. Profesor Investigador, Sede de Occidente.

acciones de mediación docente en el aula, sino también en la manera de concebir los objetivos y propósitos de la misma, con relación a la formación integral del educando.

Importancia de la enseñanza de las ciencias

La importancia de las ciencias en la sociedad actual es indiscutible, tanto considerando su relación con la tecnología como su aplicación e influencia en la vida cotidiana. Para Nieda y Macedo (1997:19):

> "En la actualidad la población necesita de una cultura científica y tecnológica para aproximarse a comprender la complejidad y globalidad de la realidad contemporánea, para adquirir habilidades que le permitan desenvolverse en la vida cotidiana y para relacionarse con su entorno, con el mundo del trabajo, de la producción y del estudio. Las ciencias de la naturaleza se han incorporado en la vida social de tal manera que se han convertido en clave esencial para interpretar y comprender la cultura científica contemporánea".

Desde esta perspectiva, la enseñanza de las ciencias en nuestras escuelas debe plantearse considerando dos fines: uno que es propio (pero no exclusivo) de la naturaleza misma de las ciencias naturales, que consiste en promover el desarrollo de habilidades mentales y destrezas. Esto se logra si se promueve una actitud científica en los niños y en los jóvenes. Esta actitud es una manera de pensar y actuar, caracterizada por el razonamiento crítico y reflexivo, el respeto por las ideas de los demás, la creatividad, la objetividad, la perseverancia. (Carvajal y otros, 1995:21). Características que distinguen a un ciudadano de mundo, capaz de analizar y comprender la realidad en la que está inmerso, de enfrentar nuevas situaciones y de cambiar lo establecido para mejorar en primera instancia su comunidad y luego el planeta. El otro fin, es estimular la formación de una cultura científica en toda la ciudadanía. No debe entenderse como la formación académica de científicos, sino como un proceso que permitirá elevar el nivel cultural científico de la población para que pueda comprender los avances tecnológicos, los fenómenos naturales, como también valorar las acciones que el ser humano realiza y discernir entre lo científico y lo empírico.

Sin embargo, tradicionalmente, la enseñanza de las ciencias se ha basado en el aprendizaje de conceptos científicos que los educadores tratan de presentar de la manera más simple, como cosas objetivas y concretas, que se deben conocer y memorizar para que los estudiantes respondan posteriormente en un examen. De ahí, que especialmente los niños en edad escolar, perciben la asignatura de ciencias como algo aburrido y de poca utilidad en la vida cotidiana. Esto es así, porque se pretende que el alumno se acomode a lo que el maestro le enseña, pero no se le brinda la oportunidad de plantear interrogantes, experimentar y de formular sus propias explicaciones acerca de lo que se estudia.

Si se toma en consideración lo anterior, se debe adquirir conciencia de que es necesario cambiar la concepción que se tiene acerca de la manera de abordar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias. Es decir, que el docente esté consciente de que la enseñanza de las ciencias en las escuelas no debe concebirse como una ciencia estática, representada por un cúmulo de conocimientos, sino que éste debe conocer los principales propósitos de esta asignatura para que los objetivos de aprendizaje que se proponga orienten la enseñanza hacia el logro de los mismos. Estos propósitos se pueden resumir en cinco, a saber:

1. Promover el desarrollo de la capacidad de pensar y de resolver problemas.
2. Desarrollar en los niños el potencial creador.
3. Promover en los niños el trabajo de aprender haciendo para descubrir, redescubrir y así construir el conocimiento.
4. Promover el desarrollo de una actitud científica en los niños.
5. Facilitar la comprensión de conceptos científicos, principios y fundamentos teóricos de las ciencias naturales, con la finalidad de que el niño sea capaz de comprender los fenómenos naturales del entorno que afectan directamente su vida cotidiana.

La enseñanza de las ciencias como se deduce, pretende desarrollar una serie de habilidades y actitudes, por lo tanto sus objetivos se refieren básicamente a cuatro campos: contenidos conceptuales, desarrollo cognitivo, actitudes y los procesos científicos o las destrezas del trabajo científico, tales como el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, la experimentación y otros. (Gil y Guzmán, 1993:18).

Así, queda claro que la enseñanza de las ciencias no es sólo el aprendizaje de un cúmulo de contenidos que el niño debe memorizar para un examen, sino que incluye un conjunto de aspectos que pretenden formar integralmente al niño como un individuo capaz de comprender mejor el mundo y la sociedad en la que vive. Estos objetivos coinciden con los cuatro pilares del

conocimiento que según Jacques Delors (1996:95-96) deben orientar la educación en el siglo XXI, a saber: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser.

Por tanto, si se quiere lograr una formación integral y significativa de los niños y de los jóvenes, se debe cambiar la concepción de una ciencia memorística, infalible y positivista, por una ciencia cambiante, abierta, dinámica y participativa, en la que no sólo el producto del trabajo de los científicos es lo importante, sino también los procesos del pensamiento y la formación de una actitud científica en los estudiantes.

Para lograr este cambio conceptual y los propósitos de esta asignatura, el educador debe conocer también los enfoques curriculares y los modelos didácticos recomendados. Debe asumir la responsabilidad de aplicar los aspectos de aquellos modelos cuyas características permitan un acercamiento a la naturaleza de las ciencias y a sus objetivos. De esta manera podrá seleccionar las técnicas, los materiales y los recursos necesarios que permitan facilitar los procesos de aprendizaje a los niños, tomando en consideración, por supuesto, el contexto social y las condiciones de la institución en la que se trabaja, para que de esta manera el aprendizaje sea pertinente, significativo y de calidad.

¿De qué manera se enseña ciencias en nuestras escuelas?

Después de comprender la necesidad de un cambio, surge la interrogante acerca de: ¿Cómo se enseña ciencias a los niños en nuestras escuelas?

Estamos en los albores del tercer milenio, y se supone que el proceso educativo en nuestro país ha cambiado de acuerdo con la política educativa hacia el Siglo XXI aprobada en noviembre de 1994 por el Consejo Superior de Educación. Sin embargo, después de realizar una investigación sobre " Los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en educación primaria en escuelas urbanas y rurales de San Ramón" (Mora y Guido, 1999), se comprueba que el proceso de enseñanza de las ciencias no ha variado sustancialmente en la actualidad, a pesar de las nuevas propuestas curriculares planteadas por el MEP en el proyecto EDU-2005. (MEP, 1995:1)

Durante décadas se ha aplicado y se continúa aplicando en las aulas escolares de nuestro país el modelo didáctico de "Transmisión- recepción". En este modelo el aprendizaje está basado en la memorización de contenidos, de manera que los docentes no enseñan ciencias sino que "dan ciencias", y el alumno no aprende ciencias, sino que memoriza y acumula un listado de contenidos conceptuales, ya que se asume que el estudiante es como una "tabula rasa" o "página en blanco", en la que se pueden inscribir los conocimientos, los cuales se transmiten elaborados de la mente de una persona (el maestro) a la de otra (el alumno). (Jiménez, y otros, 1992:28).

Aunque en la actualidad ya en el nivel de enseñanza primaria no se imparten lecciones magistrales, en las que los educadores exponen y los estudiantes "oyen" y escriben, las técnicas didácticas que han sustituido esta metodología responden a los mismos principios, ya que al final la evaluación que se realiza, exige la repetición de un conocimiento de " tipo declarativo", cuya meta es medir al estudiante para que pase al siguiente nivel educativo.

En la investigación mencionada se realizaron observaciones directas en el aula a 18 maestros y maestras, que laboraban en 4 escuelas rurales y en 4 urbanas de la Dirección Regional de Enseñanza de San Ramón. En todos los casos se observó que existe una tendencia generalizada de aplicar cuatro técnicas didácticas: interrogación, trabajo en grupos, fichas y la técnica expositiva que finaliza con un resumen que es escrito por la maestra en la pizarra, para que los niños lo escriban en el cuaderno correspondiente. El docente en todos los casos, es quien domina el espacio verbal de la clase centrado en el control de la conducta y no se preocupa por aplicar estas técnicas de acuerdo con las recomendaciones y características pedagógicas de cada una de ellas, sino que las utiliza como un medio más en el proceso de transmisión. Ejemplo de ello es el del trabajo en grupos, técnica que en términos generales los docentes aplican para variar la distribución espacial de niños y pupitres en el aula, pero no se preocupan porque los principios de socialización en los que está basada esta metodología se cumplan a cabalidad. En consecuencia, la concepción de aprender y enseñar ciencias está basada en el lenguaje verbal y escrito y el docente sigue siendo una fuente de autoridad, tanto de conocimiento como en lo que respecta a la organización del aula.

Ante el uso de esta metodología, la actitud observada en los niños se caracteriza por: la indisciplina, la falta de motivación, la pasividad, y lo único que les hace cambiar el ambiente del aula es cuando el docente les da fichas para que : " pinten, recorten y peguen", ya que sólo así pueden sentirse protagonistas del proceso de aprendizaje.

En síntesis, se puede afirmar que con el uso de estas técnicas, se da un círculo vicioso: el maestro repite lo que lee en fotocopias, el niño repite mientras estudia, si lo hace con sus padres, ellos también repiten, y cuando llega al examen, deben transcribir lo que han estado repitiendo. ¿Qué se aprendió? Casi nada... tres días después el niño olvida un alto porcentaje de lo que estudió, porque el examen ya pasó, y este conocimiento escolar no le resulta ni pertinente ni significativo.

Estos resultados invitan a la reflexión. ¿Qué razones limitan a los educadores y educadoras de nuestro país, para enseñar una ciencia práctica y participativa, acorde con los objetivos y propósitos claramente establecidos para esta asignatura?

Al consultar al respecto (Mora y Guido: 1999) a una muestra de 70 educadores de la región, manifestaron las siguientes opiniones:

1. Existe en forma generalizada apatía y desinterés hacia las innovaciones educativas, ya que requieren mucho tiempo y trabajo adicional en la casa.
2. Sienten inseguridad en el manejo de la clase experimental, por temor a fracasar frente a sus alumnos.
3. Es más fácil el uso de las fichas y del cuestionario porque no hay que preparar mucho la lección y no se necesita material concreto.
4. Se sienten presionados por cumplir con el desarrollo de la materia que debe evaluarse en los exámenes, y no están conscientes de la importancia que tiene para la formación de los niños promover el desarrollo de destrezas, habilidades mentales y una actitud científica.
5. Están en constante confrontación con las políticas educativas y las recomendaciones del MEP.

Entre las críticas que manifestaron con relación a los lineamientos establecidos por este Ministerio están las siguientes:

- El programa de estudios es muy extenso, recargado en contenidos y solamente se imparten cuatro lecciones de ciencias por semana, lo que dificulta su desarrollo.
- Hay muchos niños por aula a pesar de que la recomendación es de un máximo de 25 alumnos por grupo.
- Falta material didáctico y bibliografía actualizada.
- Los asesoramientos carecen de seriedad y profundización.
- No ofrecen sesiones de actualización sobre los nuevos modelos didácticos o metodologías innovadoras.

Estos factores influyen en la actitud del docente y afectan por lo tanto el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, a pesar de esto es necesario que el docente reflexione acerca de cuál es su misión como educador y también que se motive para hacer el proceso educativo agradable y significativo para sus estudiantes.

Este proceso de reflexión no le corresponde solamente a los maestros en forma aislada, sino que deben involucrarse todos los elementos que participan en el proceso educativo: los educadores como protagonistas del proceso de enseñanza, el MEP como el ente empleador y las Universidades como entes formadoras de docentes. Estos tres elementos deben cambiar su concepción de educar y preguntarse: ¿Para qué educar?. Tomar conciencia del papel que deben cumplir en el sistema educativo y en nuestra sociedad.

¿Para qué educar?

Entre otras posiciones intermedias, se dan dos alternativas extremas como respuesta a esta pregunta; educar para reproducir el sistema, donde el papel del educador es el de un simple transmisor de lo que el sistema decide, o educar para orientar esta praxis educativa hacia aquellas transformaciones que se necesitan para alcanzar una sociedad más justa en aras del logro del bien común.

Si el educador toma conciencia sobre la importancia de esta última alternativa, dejaría su papel pasivo de transmisor y aprovecharía la oportunidad para aplicar una pedagogía diferente y modelos didácticos distintos al tradicional de transmisión-recepción, pero para ello sería necesario reorientar la formación de formadores en nuestras universidades. Sería necesario un fuerte proceso de información que genere conocimiento y posibilite la toma de conciencia sobre la realidad objetiva en la cual y para la cual se educa. Una vez con conciencia, el docente aumentará el interés por estudiar otras metodologías con mayor pertinencia y podría cambiar su acción en el aula y superar ciertos aspectos que se descuidan en la enseñanza de las ciencias, en donde tradicionalmente la rigurosidad científica está por encima de la sensibilización social y de la aplicación de estos conocimientos en la resolución de los problemas que aquejan a la humanidad; dicho de otro modo, el conocimiento científico se ve aislado como un fin en sí mismo. He aquí la justificación de que sea el modelo didáctico de transmisión-recepción el que prevalece y no otros modelos didácticos, que rompen el esquema tradicional de enseñanza para hacer el proceso de aprendizaje participativo, pertinente y significativo.

Es necesario, de acuerdo con Gutiérrez (1982:17),

> "Hacer del proyecto educativo un proyecto político, variar sustancialmente el concepto de educación para ponerla al servicio del desarrollo social y no solo del desarrollo económico de algunos grupos".

Entonces un proyecto político alternativo en educación en general y en la enseñanza de las ciencias en particular, debe iniciarse en los educadores mismos, pero en un proceso de claridad política, es decir pasar de una falsa conciencia a una conciencia verdadera, que le permita al educador darle esa orientación a la realidad dentro de la concepción de una nueva sociedad más justa, más igualitaria y donde los beneficios del descubrimiento científico y tecnológico sean para el bien común y no para la apropiación privada del conocimiento por parte de las elites dominantes.

Sin embargo, es necesario que los docentes conozcan otros modelos que se recomiendan en la enseñanza de las ciencias, para que puedan poner en práctica algunos de sus principios y orientar las estrategias didácticas hacia la construcción de aprendizajes que realmente tengan significado para los niños, y que los forme para que sean capaces de solucionar los problemas que se les presentan en la vida cotidiana, que puedan enfrentar los retos que les presente el mundo futuro y que tengan conciencia y sensibilidad social, para que estén dispuestos a luchar por una sociedad más justa e igualitaria para todos y lograr así una escuela más integrada a la sociedad, y establecer esa relación necesaria entre lo científico y lo humanístico.

¿Qué otros modelos didácticos se pueden aplicar en la enseñanza de las ciencias naturales?

Antes de conocer y aplicar otras modelos didácticos, los educadores deben cambiar su concepción de educar y en particular de enseñar ciencias. Luego, se puede pensar en asumir otros modelos que permitan la formación de ciudadanos con una actitud científica y con una formación humanista. Si se parte de esta nueva concepción se puede pensar que si el docente asume una metodología diferente a la que se ha aplicado tradicionalmente, se podría cumplir con estos propósitos.

¿Cuáles son estos modelos? En respuesta al tradicional modelo Transmisión–recepción, aparece el modelo didáctico del Descubrimiento, que aunque surge en los años 60, algunos de sus principios se pusieron en práctica en nuestro país en los años 80, cuando se comienza a hablar acerca de la enseñanza de las ciencias por procesos. En los programas de estudios propuestos en 1991, se incluyen objetivos no como conductas a lograr por todos los alumnos al mismo tiempo, sino que

> "Más bien se plantean como procesos que deben ser vividos a manera de encuentros educativos en los que cada cual obtenga un enriquecimiento personal producto de la experiencia de aprendizaje". (MEP, 1991:VII).

Para cumplir con estos objetivos se recomiendan estrategias didácticas basadas en actividades experimentales, de manera que el niño se convierta en un protagonista del proceso de aprendizaje.

Con este modelo didáctico, de acuerdo con Piaget (citado por Jiménez y otros, 1992:30), el conocimiento se construye mediante la actividad. De acuerdo con los fundamentos epistemológicos, se debe aplicar el método científico y sus procesos como estrategia didáctica, y su punto de partida es la observación. En consecuencia, la concepción de aprender y enseñar ciencias está basada en que los estudiantes descubran por sí mismos los conocimientos a partir de los datos empíricos del entorno.

Entonces, para el estudiante, aprender ciencias es dominar los procesos del método científico, pues se supone, que si estos se aplican a cualquier situación se llegará a descubrir los conocimientos. Algunos autores como Gagné, citado por Ausubel y otros (1986:125), propusieron tomar como eje de la enseñanza los procesos de la ciencia, ya que argumentaron que los conceptos y los principios científicos, sólo se obtenían operando con procesos como: observar, clasificar, plantear problemas, formular hipótesis, experimentar, comunicar.

Por lo tanto, el educador que asuma este modelo de enseñar estas destrezas de investigación, independientemente del contenido conceptual, debe organizar y coordinar actividades experimentales para que el alumno al realizarlas descubra los conocimientos por sí mismo, de manera que el educador no debe introducir o presentar los conceptos, sino crear las condiciones para que los niños lleguen a ellos.

Pero, a pesar de que este modelo de descubrimiento brinda aportes importantes, no se debe olvidar que la ciencia debe concebirse como proceso y como producto (contenidos) y no se pueden separar. (Carin y Sund, 1982:32). Según (Driver: 1989:109)

"Los procesos de la ciencia son inseparables de los contenidos, ya que el desarrollo de las destrezas intelectuales se produce sobre campos conceptuales concretos".

Por esta razón cuando se intentó poner en práctica este modelo en nuestro país, no se pudo operacionalizar correctamente ya que el docente en sus planeamientos incluía los objetivos procesuales, pero al final en la práctica, aplicaba el modelo de transmisión–recepción, posiblemente porque es el que más conoce y es el que vivenció en su proceso de formación personal.

No obstante, hay muchos aspectos de este modelo didáctico que son importantes retomar y no se deben rechazar. Algunos de los aspectos rescatables de acuerdo con la naturaleza de las ciencia, que concuerdan muy bien con sus principios y fundamentos son los siguientes:

1. La realización de actividades experimentales.
2. La aplicación del método científico y sus procesos como estrategia didáctica
3. La utilización y manipulación de equipo y materiales
4. La realización de observaciones objetivas
5. La aplicación de los conocimientos a la solución de los problemas cotidianos.

Lo criticable de este modelo es que las actividades que aplican los docentes no tienen carácter de problema y que se separa totalmente los contenidos de las actividades experimentales, de manera que el alumno tiene dos responsabilidades: una es obtener todo el contenido de la materia que necesita saber y la otra: es aprender la manera de descubrir conocimientos de forma autónoma sin la guía del educador. En realidad se ha comprobado que esto así no funciona ya que simultáneamente se dan dos procesos de aprendizaje opuestos y paralelos.

Posiblemente esta fue una de las razones por las cuales este modelo del Descubrimiento con un enfoque procesual no funcionó en nuestro sistema educativo en los primeros años de la década del noventa, que fue cuando el MEP estableció nuevos programas con una orientación curricular que se resume en la siguiente cita:

"La calidad de la educación se orienta hacia la producción de aprendizaje también de calidad. Esto supone una educación en la cual, aprender significa: explorar, experimentar, descubrir, reconstruir; todo lo anterior en sustitución de: repetir fórmulas, datos, fechas, y enigmas incomprensibles". (MEP, 1991: V).

Con respecto al educador y su papel en la enseñanza propone lo siguiente:

"Su práctica pedagógica debe fundamentarse en una didáctica activa desarrollada mediante la constante participación e investigación del educando" (MEP, 1991: VI).

Como se deduce de estas citas, es al educando a quien le corresponde su proceso de aprendizaje, el maestro guía la actividad pero no brinda ningún sustento teórico, los objetivos propuestos en ese programa en realidad son actividades así se demuestra con el siguiente ejemplo de objetivo, tomado literalmente del programa de ciencias "Vuelco un vaso lleno de aire en forma vertical en una tina con agua, para observar que el agua no puede entrar al vaso mientras el aire esté ocupando ese volumen ". Según este objetivo (actividad) el niño debe ser capaz de realizar la acción experimental y también de conocer y comprender el sustento teórico que justifica lo observado. Aquí se demuestra lo que se afirmó anteriormente, y es que el niño debe hacer un doble esfuerzo porque se dan simultáneamente dos aprendizajes: uno es adquirir las destrezas para experimentar y descubrir los hechos y fenómenos que se estudian y el otro, es el comprender por qué ocurren.

Para Ausubel y otros (1986:447)

"El método del descubrimiento es especialmente apropiado para el aprendizaje del método científico (la manera como se descubren los conocimientos nuevos) de una disciplina particular. También resulta muy apropiado durante los años preescolares y al principio de la escuela primaria cuando ocurre más formación que asimilación de conceptos, y cuando los prerrequisitos para adquirir grandes cuerpos de conocimientos no se hallen presentes."

Al considerar lo anterior, se deduce que el modelo no se llegó a aplicar porque siempre se le dio énfasis a los contenidos, y a una evaluación sistematizada que está centrada en la medición y memorización de contenidos, no así de procesos como debería haber sido, cuando se tomó la decisión de aplicar este modelo de enseñanza.

Como una contrapropuesta a este modelo, en 1995, se proponen nuevos programas de estudio, esta vez con un modelo constructivista centrado en procesos.

El modelo constructivista surge a inicios de la década de los noventa, y ha tenido mucha aceptación en la enseñanza de las ciencias.

Dos aspectos importantes de este modelo didáctico, es que toma en consideración los conocimientos previos de los alumnos y las explicaciones que ellos brindan acerca de los contenidos planteados. La concepción de ciencias se ve como un proceso de interpretación de la realidad mediante la construcción de modelos o proyectos de investigación, de modo que la observación de la realidad se realiza a través de la conceptualización de una teoría.

Se establece un paralelismo entre la construcción de conocimientos científicos nuevos y la reconstrucción de conocimientos que realiza un estudiante para interpretar la realidad.

Algo que marca la diferencia con el modelo anterior, es que los contenidos conceptuales vuelven a cobrar importancia y se consideran complementarios a los procesos científicos.

El educador es un mediador, tanto en la planificación y organización de la actividad como en la dirección del trabajo de aula, y también interviene en la clase. Es decir, que el profesor puede disertar acerca de un tema para introducirlo, y éste puede complementarse con la investigación dirigida.

El estudiante debe participar tanto en actividades mentales o cognitivas, como en las experimentales. Este modelo, al igual que el del descubrimiento, requiere de material concreto, equipo, guías de trabajo, libros y otros. Debe existir un clima de diálogo, en donde se den procesos de verbalización que permitan a los estudiantes el aprendizaje cooperativo.

Este es un modelo relativamente nuevo, que pretende recoger algunos de los aspectos positivos de los que le precedieron, tales como la importancia de contar con la estructura de la disciplina del transmisivo: lista de contenidos, objetivos y actividades organizadas por el educador. Este punto es plenamente aceptado por Ausubel y otros, quienes defienden un nuevo método de enseñanza expositiva mediante el cual se recupera la importancia de la labor del maestro como garantía de la rigurosidad científica. Del modelo del descubrimiento, toma la participación activa de los estudiantes, el uso de materiales, y la organización de actividades experimentales. Ausubel y otros (1986:485), consideran que:

> "Tanto la resolución de problemas como la creatividad son formas de aprendizaje significativo por descubrimiento. La comprensión de las condiciones del problema y la asimilación de la solución del mismo, constituyen formas de aprendizaje significativo por recepción."

Como se ve, no existen modelos didácticos totalmente nuevos, sino que cada modelo incluye aspectos positivos de los otros, son acumulativos.

Del modelo constructivista se pueden seleccionar tres aspectos relevantes, de manera que el docente que tome la decisión de asumirlo debe poner en práctica en su clase, a saber: los conocimientos previos, los procesos experimentales y el proceso de verbalización que conduce a la confrontación de ideas, para luego conciliarlas y reelaborar los conceptos con los niños.

Al realizar las observaciones en las clases de los docentes seleccionados en el proyecto de investigación (Mora y Guido, 1999), se pudo comprobar que ninguno de estos aspectos se cumple a cabalidad, y el docente no está consciente de lo que está haciendo, simplemente asume el programa, lo desarrolla y se olvida de la fundamentación pedagógica del mismo.

En lo que respecta al proceso de verbalización, los niños se expresan muy poco oralmente. Los temas de estudio no se discuten, el estudiante se limita a responder preguntas o a resolver fichas. No se da el diálogo o la discusión crítica, que es lo que lleva a la confrontación y luego a la conciliación de visiones, para que así los niños puedan reconstruir el conocimiento con base en la experiencia previa y en lo realizado dentro de la clase. En lo que se refiere a la parte experimental, algunos educadores organizan ferias científicas en las instituciones. Los estudiantes presentan proyectos científicos que incluyen actividades experimentales, cuyos resultados explican ante un público, pero éstos no son el producto del quehacer cotidiano en la clase, sino una acción aislada, que no refleja la realidad que se vive diariamente.

Con relación a los conocimientos previos, se puede afirmar que prácticamente el docente no los toma en cuenta en el momento de la clase, ya que por lo general el educador hace una breve introducción del tema, plantea algunas preguntas, más con el objetivo de motivar el inicio de la clase, que con el de valorar las respuestas que brindan los niños. Este punto, es uno de los más valiosos a considerar, pero no se le da importancia, por lo que se pierde la esencia de la concepción constructivista que se resume en la conocida frase de Ausubel y otros:

El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese en consecuencia" (Ausubel, y otros; 1986:89).

Reflexionar críticamente sobre estos modelos considerando aspectos pedagógicos y didácticos, puede ser fácil. Sin embargo, el mayor obstáculo es proponer una metodología adecuada que cumpla con los objetivos y propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales y que sea ser comprendida y aceptada por los educadores para que sea puesta en práctica con los niños en el aula. Aunque el modelo constructivista es el recomendado en los programas actuales, este sigue en el olvido, porque los docentes continúan planeando sin considerar los modelos didácticos recomendados, argumentando que se alejan mucho de la realidad que se debe enfrentar en las aulas. El educador realiza su planeamiento de acuerdo con su experiencia, o con lo que le recomiendan compañeros de trabajo, y no se preocupa por reflexionar ni teorizar acerca de las propuestas pedagógicas, considerando que son modas del momento, de manera que los teóricos proponen estrategias y los maestros hacen lo que consideran más viable, es decir, que no siguen lo establecido en los modelos recomendados. Esto ocurre porque los educadores piensan en la forma de cómo desarrollar la lección para cubrir el tema de turno, pero se olvidan del objetivo de qué educar, y de la formación de sus estudiantes.

Asumir un solo modelo didáctico es difícil, pero se pueden integrar aspectos positivos de los tres modelos citados, considerando como se mencionó en un principio: el educador, al programa oficial de estudios y por supuesto el entorno social de la institución y de la comunidad.

Con la idea de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se propone integrar aspectos de cada uno de los tres modelos didácticos descritos, en uno solo: el modelo constructivista centrado en la experimentación.

La estrategia didáctica que se debe seguir para aplicar con los niños en la clase, se basa en los fundamentos psicológicos, epistemológicos y empíricos de los tres modelos citados anteriormente. Los fundamentos psicológicos están centrados en la teoría de los constructos personales (son las explicaciones que dan los niños acerca de un concepto de acuerdo con lo que comprendieron y utilizando un léxico sencillo), el aprendizaje significativo y la construcción de conocimientos, por medio de la actividad concreta y de la investigación.

Los fundamentos epistemológicos, se basan en una concepción dialéctica de ciencia caracterizada por el método científico universal y la interpretación del mundo con base en la observación objetiva y respaldada por un sustento teórico comprobado. Los principios empíricos se basan en las ideas previas de los niños, las cuales usualmente son distintas a la ciencia escolar, ya que han sido elaboradas de modo más o menos espontáneo en su interacción cotidiana con el mundo. (Pozo, 1987:48).

Con base en estos principios proponemos una estrategia metodológica, cuyo propósito es lograr en el docente un cambio conceptual en la manera de enfrentar el proceso de enseñanza de las ciencias en la clase, y promover en el estudiante una participación activa, crítica y dinámica en el proceso de aprendizaje de la ciencia. Esta estrategia se divide en 6 fases para las cuales se describen las acciones que el maestro debe realizar y entre paréntesis se incluyen algunas técnicas didácticas que se podrían utilizar, no obstante debe quedar claro que el docente puede seleccionar otras técnicas de acuerdo con su criterio y considerando por supuesto las características de cada grupo y la naturaleza del tema en estudio.

La estrategia metodologica

1. Fase introductoria: motivar a los niños. Proponer el tema (Primaria) o iniciar una conversación con los niños para que lo propongan con base en sus intereses. (Preescolar).
2. Fase de exploración: comentar de manera general el tema propuesto para indagar sobre de lo que saben los niños acerca de el, luego partir de estas ideas previas y comentarlas. (lluvia de ideas, diálogo, interrogación, investigación bibliográfica).
3. Fase de desarrollo del marco teórico: introducir el tema, desarrollar los conceptos nuevos y puntualizar los errores conceptuales que el docente descubrió en la fase anterior para tratar de iniciar un proceso aclarativo (Exposición, interrogación, video forum, entre otras).
4. Fase de trabajo participativo: proponer la metodología de trabajo al grupo y organizarlo para iniciar el proceso. (Trabajo grupal, demostraciones, experimentación, investigación dirigida).
5. Fase de confrontación y conciliación de visiones: comentar los resultados de las actividades realizadas para confrontar la información científica con la visión cotidiana que tienen los niños sobre el tema y conciliar las ideas que se tengan sobre el mismo. De esta manera el aprendizaje se enfoca como un

Bibliografía

Ausubel, David y otros. 1986. *Psicología educativa.* 3a. ed. México: Editorial Trillas..

Carin, Arthur y Robert Sund. 1982. *La enseñanza de la ciencia moderna.* 2a. ed. Buenos Aires: Editorial Guadalupe.

Carvajal, Noé y otros. 1995. *Orientaciones para mejorar el aprendizaje de la ciencia en I y II ciclos.* 2a. ed. San José: Editorama.

Driver, R. 1989. *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia.* Madrid: Morata.

Echeverría, J. Javier. 1974. *Escuela y concientización.* Madrid: Editorial Zero.

García, María y otros. 1993. *Sociología de la educación.* Barcelona: Barcanova.

Gil, D. y M. Guzmán. 1993. *Enseñanza de las ciencias y la matemática.* Ed. Popular. Madrid: Ibercima.

Gutiérrez, Francisco. 1982. *Educación como praxis política.* San José: Editorial Nueva Década.

Jiménez, María del Pilar y otros. 1992. *Didáctica de las ciencias de la naturaleza.* Madrid: Servicio de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.

Joice, B. y Weil M. 1985. *Modelos de enseñanza.* Madrid: Amaya.

La Educación encierra un tesoro: Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el Siglo XXI. 1997. México, D.F. UNESCO.

Ministerio de Educación Pública. 1991. *Programa de estudios de Ciencias.* San José: Departamento de Publicaciones del MEP.

Ministerio de Educación Pública. 1995. *Programa de estudios de Ciencias.* San José: IMVECAS.

Mora, Arabela y Francisco Guido. 1999. *El Proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias en educación Primaria en escuelas urbanas y rurales de San Ramón.* Informe de Investigación. San Ramón: Coordinación de Investigación Sede de Occidente, U.C.R.

Nieda, Juan y Beatriz Macedo. 1997. *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 Años.* Madrid: OEI, UNESCO.

Pozo, J. 1989. *Teorías cognitivas del aprendizaje.* Madrid: Morata.