

MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Francisco Javier Ruiz Ortega*

RESUMEN

Una de las preguntas comunes que se encuentra en los procesos de formación de docentes y en los diferentes cursos de actualización y cualificación de la enseñanza de las ciencias es ¿cómo enseñar ciencias significativamente?, pregunta que no pretende instrumentalizar la didáctica o encontrar fórmulas mágicas para solucionar problemas en el contexto del aula de clase, sino promover discusiones concretas que aporten elementos teórico prácticos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y en donde se logre evidenciar relaciones necesarias y fundamentales entre elementos conceptuales, sociales y culturales de los actores involucrados en dicho proceso. En el documento se presentan aspectos teóricos alrededor de algunos modelos didácticos de la enseñanza de las ciencias, específicamente en la concepción que dentro de cada modelo se asume de la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza. Por último, existe una pequeña discusión alrededor de la concepción de ciencia y su posible relación con los modelos didácticos de enseñanza.

PALABRAS CLAVE: modelo, didáctica, ideas previas, ciencia, enseñanza, aprendizaje, educando, docente.

DIDACTIC MODELS FOR THE TEACHING OF NATURAL SCIENCES

ABSTRACT

In teaching development and updating courses of science teaching, one of the most common questions is: how to significantly teach science? This question does not intend to profile tools to the science education or to find magic formulas to solve

* Docente de la Universidad de Caldas. E-mail: fruiz151@une.net.co
Recibido 10 de agosto de 2007, aprobado 7 de abril de 2008.

problem within the classroom, but to promote concrete discussions which contribute to theoretical—practical elements for the teaching and learning of sciences, and where necessary and fundamental relations between conceptual, social and cultural elements of the actors involved in this process can be seen. The document presents theoretical elements on some didactic science—teaching models, specifically the conception that each model constructs on science, teaching and learning. Finally, there is a short discussion on the conception of science and its possible relationship to the didactic models of teaching.

KEY WORDS: model, didactics, previous ideas, science, teaching, learning, educating, teacher.

INTRODUCCIÓN

Es indudable que en todo proceso de cambio o renovación en la enseñanza de la ciencia, los docentes son el componente decisorio, pues son ellos los que deben estar convencidos que se necesita de su innovación, de su creación y de su actitud hacia el cambio, para responder no sólo a los planteamientos y propósitos que se fijan en las propuestas didácticas, sino también, para satisfacer a las exigencias de los contextos que envuelven a los educandos como sujetos sociales, históricos y culturales; además, debemos asumir que el docente, no es un técnico que se limita a la aplicación de mandatos o instrucciones estructuradas por “expertos” o una persona dedicada a la transmisión de unos conocimientos; son personas que requieren de unos conocimientos pedagógicos, didácticos y disciplinares que le permitan afectar la realidad educativa, son seres humanos con modelos mentales que orientan sus acciones y que son sujetos con unas concepciones o ideas de su ejercicio profesional que direccionan su quehacer docente, y que además, facilitan u obstaculizan el desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje de la ciencia.

En el documento se inicia con la discusión alrededor de la relación que se debe reconocer a la hora de enseñar ciencias y tiene que ver con el concepto de ciencia, la posición del docente y la posición del estudiante, de esta manera se pretende dar elementos que permitan a los docentes asumir posturas epistemológicas para reconocer y articular en su desempeño, la enseñanza de una ciencia que reconozca el cómo, para qué y el qué de la misma; es decir, llevar al aula de clase

discusiones relacionadas con la naturaleza de la ciencia, como campo que ayuda a comprender de mejor manera, la construcción y dinámica de la ciencia que enseña el docente.

Desde esta perspectiva encontraremos diferentes modelos didácticos de la enseñanza de la ciencia, que nos permitirá visualizar una panorámica mucho más amplia articulada con los nuevos planteamientos y exigencias del medio social, cultural e histórico de los educandos, para el último modelo se presenta una discusión más amplia que ha sido desarrollada con los estudiantes de la licenciatura en Biología y Química de la Universidad de Caldas en algunos centros educativos en los cuales se desarrolla su ejercicio como practicantes.

1. Modelo de enseñanza por transmisión - recepción

Es quizás el más arraigado en los centros educativos, con una evidente impugnación desde planteamientos teóricos que se oponen a su desarrollo y aplicación en el contexto educativo actual. Sin embargo, es incuestionable que este modelo encuentra en los escenarios educativos a muchos defensores en el quehacer educativo cotidiano, en donde las evidencias que lo ratifican, claramente, en los contextos escolares son las siguientes:



Gráfico 1: Roles en el modelo por transmisión
<http://www2.uah.es/jmc/webens/142.html>

En relación con la **ciencia**: Se intenta perpetuarla, al concebir la ciencia como un cúmulo de conocimientos acabados, objetivos, absolutos y verdaderos (Kaufman 2000), desconociendo por completo su desarrollo histórico y epistemológico, elementos necesarios para la orientación de su enseñanza y la comprensión de la misma.

Además, se intenta explicar la estructura lógica de la ciencia actual, sin hacer evidente el proceso de construcción conceptual que la hace posible y, en consecuencia, conduce a una enseñanza agenética, en la cual se pretende enseñar de manera inductiva (excesiva importancia a procesos observacionales), una serie de conocimientos cerrados, definitivos y que llegan al aula desde la transmisión “fiel” que hace el docente del texto guía.

En relación con el **estudiante**: es considerado como una página en blanco (tábula rasa), en la que se inscriben los contenidos; se asume que se puede transportar el conocimiento (a través de una cánula) elaborado de la mente de una persona a otra. Hecho que desconoce la complejidad y dinámica de construcción del conocimiento, el contexto socio/cultural del educando (es evidente que el docente estandariza su discurso sin tener en cuenta a quién va dirigido, sin valorar en el sujeto que aprende factores que están implicados en este proceso como la familia, sus intereses, motivaciones y afectos), las relaciones sujeto-sujeto (aspecto fundamental, dado que se trata de una relación intersubjetiva que afecta de manera significativa el desarrollo de actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias), sujeto, conocimiento/sujeto contexto (es necesario reconocer que en el aula de clase como escenario enmarcado en un contexto específico, se tejen relaciones explícitas entre el sujeto enseñante, el sujeto aprehendiente y la denominada ciencia escolar) y se convierte, el educando, en el sujeto receptor, que debe seguir la lógica del discurso científico.

Muy ligado al anterior, es asumir el aprendizaje desde la perspectiva acumulativa, sucesiva y continua; que incide en la secuenciación instruccional, (se enseña un “nuevo contenido” si la información anterior o previa ha sido aprendida) y cronológica (tener en cuenta el orden de aparición de los fenómenos de la realidad). En este sentido, el estudiante aprende lo que los científicos saben sobre la naturaleza y se apropia formalmente de los conocimientos, a través de un proceso de captación, atención, retención y fijación de su contenido, proceso que difícilmente permite interpretar, modificar o alterar el conocimiento. (Kaufman, 2000)

El docente: se convierte en el portavoz de la ciencia, y su función se reduce como lo manifiesta Pozo (1999), a exponer desde la explicación rigurosa, clara y precisa, los resultados de la actividad científica y en donde la intención y perspectiva del aprendizaje es que los educandos apliquen el conocimiento en la resolución de problemas cerrados y cuantitativos. En consecuencia, el docente, al fundamentar

la enseñanza en la transmisión oral, marca la diferencia entre los poseedores del conocimiento (docentes) y los receptores (estudiantes) ignorantes del mismo (Pozo, 1999), proceso de enseñanza y aprendizaje que recuerda a las acciones de consignación bancaria en el cual se deposita un conocimiento en la “mente del educando” y se extraen de la misma a través de procesos evaluativos. De esta manera, el papel que desempeña el docente se fundamenta en la transmisión oral de los contenidos. (Sanmartí, 1995).

Para terminar esta construcción del modelo por transmisión, es indiscutible que los argumentos anteriores han generado y consolidado para muchos docentes (y otros que no lo son) una imagen de enseñanza como tarea fácil, en donde sólo es suficiente una buena preparación disciplinar y una rigurosa explicación de la misma para ser efectivo y eficiente en un proceso tan complejo como la enseñanza/aprendizaje de la ciencia.

2. Modelo por descubrimiento

Es una propuesta que nace como respuesta a las diferentes dificultades presentadas en el modelo por transmisión; dentro del modelo se pueden distinguir dos matices, el primero de ellos denominado modelo por descubrimiento guiado, si al estudiante le brindamos los elementos requeridos para que él encuentre la respuesta a los problemas planteados o a las situaciones expuestas y le orientamos el camino que debe recorrer para dicha solución; o autónomo cuando es el mismo estudiante quien integra la nueva información y llega a construir conclusiones originales.

Frente a su origen, son dos los aspectos que permitieron consolidarlo como una propuesta viable, que en su momento respondía a las deficiencias del modelo anterior: el aspecto social y el cultural, los cuales permiten reconocer que la ciencia se da en un contexto cotidiano y que está afectado por la manera cómo nos acercamos a ella. Todo esto hace que la ciencia y su enseñanza se reconozcan en los contextos escolares desde supuestos como:

- El conocimiento está en la realidad cotidiana, y el alumno, en contacto con ella, puede acceder espontáneamente a él (inductivismo extremo).
- Es mucho más importante aprender procedimientos y actitudes que el aprendizaje de contenidos científicos.

De lo anterior se desprenden algunas características relevantes que lo identifican como un modelo inductivista y procedimental:

La ciencia se sigue asumiendo como un agregado de conocimientos, pero que está más cercano al estudiante, pues en la realidad que observa, en su ambiente cotidiano él encuentra todo el conocimiento (información) que requiere para su desenvolvimiento en y fuera de la escuela y, por tanto, es un producto natural del desarrollo de la mente del educando.

De igual manera, la ciencia es puntual, definitiva y se desconoce su dinámica interna, pues se valora la importancia de los adelantos científicos, pero no los problemas que se plantearon inicialmente para poder dar respuesta a las necesidades del hombre. De igual modo, se promueve una imagen del científico, fundamentada en que son modelos a seguir para la construcción de conocimiento válido y verdadero.

Con respecto al **estudiante**: se lo considera como un sujeto, que adquiere el conocimiento en contacto con la realidad; en donde la acción mediadora se reduce a permitir que los alumnos vivan y actúen como pequeños científicos, para que descubra por razonamiento inductivo los conceptos y leyes a partir de las observaciones. De esta manera el modelo plantea que la mejor forma de aprender la ciencia es haciendo ciencia, hecho que confunde dos procedimientos: Hacer y aprender ciencia. Sin embargo, “es preciso tener en cuenta a este respecto que, pese a la importancia dada (verbalmente) a la observación y experimentación, en general la enseñanza es puramente libresco, de simple transmisión de conocimientos, sin apenas trabajo experimental real (más allá de algunas ‘recetas de cocina’).” (Adúriz,2003)

El docente se convierte en un coordinador del trabajo en el aula, fundamentado en el empirismo o inductivismo ingenuo; aquí, enseñar ciencias es enseñar destrezas de investigación (observación, planteamiento de hipótesis, experimentación), esto hace que el docente no dé importancia a los conceptos y, por tanto, relegue a un segundo plano la vital relación entre ciencia escolar y sujetos. Esto se convierte en uno de los puntos más críticos del modelo, me refiero al inductivismo extremo, que plantea como requisito fundamental y suficiente para la enseñanza, una planeación cuidadosa de experiencias y su presentación al estudiante para que él, por sí solo, descubra los conocimientos.

Con lo anterior se configura aún más la crisis del modelo, al considerar irrelevantes los contenidos, pues es más importante la aplicación del método científico y su cumplimiento riguroso (o la comparación de la mente del educando con la del científico), que la discusión de lo conceptual o la identificación como se dijo anteriormente, de una estructura interna de la ciencia y de su contextualización epistemológica, además, del desconocimiento de la mente y estructura cognitiva en el educando, fundamentales en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias.

Para terminar, no podemos aceptar que el educando piense o intente resolver, de igual manera, sus problemas tal y como lo hace el científico (compatibilidad asignada entre la mente del educando y la mente del científico), tampoco, podemos asumir por igual que la forma en que un científico resuelve sus problemas cotidianos sea la misma que utiliza para resolver sus problemas científicos. De esta manera, llamo la atención para que se valore en el estudiante la estructura interna cognitiva y, de la ciencia, su construcción dinámica y social.

3. Modelo recepción significativa

Luego de diferentes y serias discusiones alrededor de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, del papel que cumplen tanto la ciencia, el docente y el educando, y como respuesta a las críticas anteriores, se plantea, desde la perspectiva del aprendizaje significativo, el modelo expositivo de la enseñanza de las ciencias.

Los planteamientos que identifican este modelo son los siguientes:

Me atrevo a afirmar que en este modelo, la ciencia sigue siendo una acumulado de conocimiento pero aquí surge un elemento nuevo y es el reconocimiento de la lógica interna, una lógica que debe ser valorada desde lo que sus ponentes llaman, el potencial significativo del material. Con ello se hace una relación directa de la lógica interna de la ciencia con la lógica del aprendizaje del educando, es decir se piensa que la manera cómo se construye la ciencia (lógica acumulativa, rígida e infalible. Adúriz, 2003) es compatible con el proceso de aprendizaje desarrollado por el educando generando la idea de compatibilidad entre el conocimiento científico y el cotidiano.

Desde esta perspectiva, el educando, se considera poseedor de una estructura cognitiva que soporta el proceso de aprendizaje, pues en él se valora, de un lado, las ideas previas o preconceptos y, de otro, el acercamiento progresivo a los conocimientos propios de las disciplinas, es decir, se tiene en cuenta integración progresiva y procesos de asimilación e inclusión de las ideas o conceptos científicos. Perspectiva que ha servido para consolidar aún más la frase: averígüese lo que sabe el educando y enséñese en consecuencia.

Con respecto al docente, el papel que se le asigna es ser fundamentalmente un guía en el proceso de enseñanza aprendizaje, para lo cual debe utilizar, como herramienta metodológica, la explicación y la aplicación de los denominados organizadores previos, empleados como conectores de índole cognitivo entre los presaberes del educando y la nueva información que el docente lleva al aula. Sin embargo, no cabe duda de que el trabajo se enfatiza en lo conceptual, mas que en los procedimientos (como en el modelo anterior), pero, desde una concepción transmisionista, de la estructura conceptual de las disciplinas científicas a la estructura mental de los educandos.

Sin embargo, como se ha presentado en los modelos anteriores, éste no se escapa de críticas que de igual manera, han permitido profundizar mucho más en sus aportes y propósitos para la construcción de propuestas didácticas alrededor de la enseñanza de la ciencia, algunas de estas posturas críticas son las siguientes:

- Es importante cuestionar, en primer lugar, si el aprendizaje desde esta perspectiva se reduce sólo a un fenómeno de sustitución de unos conocimientos por otros y, en segundo lugar, si es posible la compatibilidad de los conocimientos cotidianos y científicos –mediante procesos de integración progresiva-, con lo cual estaríamos dentro de una concepción racional del aprendizaje, pretendiendo suprimir de manera radical los presaberes y, por ende, desconociendo la naturaleza implícita de los mismos, la estructuración de los modelos conceptuales y mentales en los sujetos y la persistencia de los mismos a pesar de que se realicen innumerables intentos por sustituirlos.
- Otro interrogante que puede plantearse se refiere a la no claridad del concepto de significatividad del aprendizaje, pues para algunos educandos –

y aun para muchos docentes- el término significativo puede asumirse desde la obtención de una nota, responder a un cuestionamiento que responde más a la satisfacción de un requerimiento externo (del docente, padres de familia), por lo tanto se estará interpretando el concepto de significatividad desde el punto de vista de la “utilidad” y no desde la perspectiva de un aprendizaje permanente.

- Si bien se atribuye importancia a la estructura interna (a la lógica de los contenidos), sigue manifestándose en este modelo, una transmisión de cuerpos cerrados de conocimientos, los cuales deben organizarse de manera sustancial, para garantizar su aprendizaje, respetando la lógica del educando.

4. Cambio conceptual

El cuarto modelo que se expone, recoge algunos planteamientos de la teoría asubeliana, al reconocer una estructura cognitiva en el educando, al valorar los presaberes de los estudiantes como aspecto fundamental para lograr mejores aprendizajes, sólo que se introduce un nuevo proceso para lograr el cambio conceptual: la enseñanza de las ciencias mediante el conflicto cognitivo. Las principales características que dan identidad a este modelo son:

- El conocimiento científico es incompatible con el conocimiento cotidiano que tiene el educando, hecho fundamental que exige y plantea como meta, un cambio de los presaberes, al hacer consciente al educando de los alcances y limitaciones de los mismos, que se sienta insatisfecho con ellos y que infiera la necesidad de cambiarlos por otros más convincentes.
- En este sentido se reconoce a un educando no sólo con una estructura cognitiva, sino también con unos presaberes que hace del aprendizaje un proceso de confrontación constante, de inconformidad conceptual entre lo que se sabe y la nueva información. Es entonces, el educando, sujeto activo de su propio proceso de aprehensión y cambio conceptual, objeto y propósito de este modelo.

- Se presenta como actividad o rol del docente a un sujeto que planea las situaciones o conflictos cognitivos, en donde se dé lugar a eventos como la insatisfacción por parte del educando con sus presaberes, con la presentación de una concepción que reúna tres características para el educando: inteligible, creíble y mucho más potente que los presaberes. De manera que las actividades en el aula de clase deben facilitar a los estudiantes:
 - o Concientización no sólo de los presaberes, sino también de la trascendencia de los mismos y la identificación de sus limitaciones.
 - o Contrastación permanente de lo que sabe con situaciones inteligibles, como requisito para generar el llamado conflicto cognitivo, condición indispensable que desencadena la insatisfacción con los presaberes y la identificación de teorías más potentes.
 - o Consolidación de las nuevas teorías o concepciones con mayor poder explicativo, las cuales permitirán al educando, realizar nuevas aplicaciones y llegar a generalizaciones mucho más inteligibles.
- Como se relacionó anteriormente, para este modelo es importante partir de concepciones alternativas, las cuales se confrontan con situaciones conflictivas, a fin de lograr el cambio conceptual. En este sentido, el cambio conceptual se asume como una sustitución radical de los presaberes del educando por conceptos científicos o teorías más potentes.

Frente a este modelo son varias las objeciones que muestran algunos puntos críticos importantes para profundizar en las discusiones relacionadas con la construcción de nuevas propuestas didácticas para la enseñanza de las ciencias. Algunas de las apreciaciones más potentes son las siguientes:

- Pretender sustituir las teorías implícitas o los presaberes en los educandos, mediante el conflicto cognitivo puede generar, en ellos, una apatía por las ciencias al exponerlo a situaciones donde se le considera que su saber es erróneo y que siempre es el docente quien tiene la autoridad para exponer las teorías aceptadas por la comunidad científica. Esto hace que en este modelo se reflejen rasgos del tradicional.

- Si bien el cambio conceptual se puede lograr, de manera gradual (Vosniadou, 1992), ya sea por los procesos acumulativos en donde se adicionan nuevas informaciones a los presaberes del educando o por procesos de cambio en los cuales se pretende el cambio de creencias; es importante reconocer en términos de Pozo que uno de los propósitos, en la enseñanza de las ciencias, no es sustituir los presaberes, sino más bien permitir y dar elementos para que el sujeto sea consciente de ellos, los cuestione y distinga dependiendo del contexto en el cual esté desarrollándose. (Pozo, 1999)
- La crítica anterior nos invita a reflexionar no en el cambio conceptual sino en una perspectiva mucho más compleja, pero al mismo tiempo más completa por la relación directa que plantea entre aspectos como los conceptuales, cognitivos, metacognitivos, lingüísticos y motivacionales; me refiero a la denominada teoría de la evolución conceptual, en donde se asuman estos aspectos integrados en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias. Asumir de esta perspectiva “holística” (Tamayo, 2007), hace que se valoren elementos como: experiencias y presaberes del educando, procesos metacognitivos, cognitivos y filosóficos de la ciencia, además, de los elementos socio-culturales, y lingüísticos en la enseñanza aprendizaje de las ciencias.

Otro modelo, que refleja una clara intención de desarrollar y valorar en el aula una ciencia histórica, dinámica y cercana al educando, es el siguiente:

5. El Modelo por investigación

contiene una serie de aspectos que pretenden satisfacer algunas de las críticas expuestas para los anteriores modelos, entre ellos podemos mencionar:

En relación con el **conocimiento científico**, este modelo reconoce una estructura interna en donde se identifica claramente problemas de orden científico y se pretende que éstos sean un soporte fundamental para la secuenciación de los contenidos a ser enseñados a los educandos. Además (y al igual que el modelo anterior), se plantea una incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el científico, pero existen dos variantes fundamentales que identifican claramente el modelo: su postura constructivista en la construcción del conocimiento y la aplicación de problemas para la enseñanza de las ciencias. Rasgos importantes, dado que se

intenta facilitar el acercamiento del estudiante a situaciones un poco semejantes a la de los científicos, pero desde una perspectiva de la ciencia como actividad de seres humanos afectados por el contexto en el cual viven, por la historia y el momento que atraviesan y que influye inevitablemente en el proceso de construcción de la misma ciencia. No cabe duda que el propósito es mostrar al educando que la construcción de la ciencia ha sido una producción social, en donde el “científico” es un sujeto también social.

De esta manera, el **educando** es un ser activo, con conocimientos previos, un sujeto que puede plantear sus posturas frente a la información que está abordando y, sobre todo, que él mismo va construyendo desde el desarrollo de procesos investigativos (utilizados como pretexto para dar solución a los problemas planteados por el docente) y mucho más estructurados y que puede dar lugar a procesos más rigurosos y significativos para el educando.

En cuanto al **docente**, debe plantear problemas representativos, con sentido y significado para el educando, reconocer que la ciencia escolar, que transita el aula, está relacionada con los presaberes que el educando lleva al aula; por tanto, el contenido de las situaciones problémicas debe reconocer la imperiosa necesidad de acercamiento al contexto inmediato del estudiante, a su entorno, para mostrar que los conocimientos pueden tener una significación desde el medio que lo envuelve y que son susceptibles de ser abordados a partir de las experiencias y vivencias que él lleva al aula de clase.

De acuerdo con lo anterior, las estrategias que utiliza el docente al aula deben permitir un tratamiento flexible del conocimiento, un entorno adecuado para el educando, un reconocimiento de factores multimodales (motivacionales, comunicativos, cognitivos y sociales) en el aula de clase, los cuales conforman una red imposible de desagregar y, por consiguiente, indispensables a la hora de analizar las actitudes del estudiante frente a la ciencia.

Cabe señalar, que esta propuesta envuelve a los PROBLEMAS (la esencia del mismo) asumidos como “una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución del problema) tendiente a hallar la solución (resultado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre” (Perales, 1990). Desde este ángulo, el planteamiento de esta clase de problemas permite varias cosas:

- Diagnosticar ideas y construir nuevos conocimientos.
- Adquirir habilidades de rango cognitivo.
- Promover actitudes positivas hacia la ciencia y actitudes científicas.
- Acercar los ámbitos del conocimiento científico y cotidiano.
- Evaluar el conocimiento científico del alumno.

Podemos decir que los anteriores párrafos orientan el modelo por investigación, en donde se pretende un verdadero razonamiento, reflexión y crítica del conocimiento que el docente está comunicando a sus educandos; esto, con el fin de facilitar un mejor y mayor desarrollo de habilidades cognitivas y de actitudes hacia la ciencia, indispensables en el quehacer del ser humano para enfrentar con mayor solidez sus problemas cotidianos.

De igual manera, desde este modelo, se piensa en nuevas visiones de ciencia, puesto que ésta es, ante todo, un sistema inacabado en permanente construcción y deconstrucción y con ello, la ciencia pierde su valor de verdad absoluta, para verse como proceso social, donde la subjetividad no puede aislarse de los mismos procesos que conducen a la construcción de conocimiento.

Pero hay más, el trabajo del docente en este modelo debe responder a:

a. "Propiciar la construcción de una didáctica que promueva el desarrollo de **procesos de pensamiento** y acción, la formación de actitudes y valores, y en general, el desarrollo integral del alumno a partir de la **comprensión y búsqueda de solución a problemas locales, regionales, y nacionales**, en los cuales tenga incidencia el área.

b. Desarrollar estrategias metodológicas que permitan al alumno la apropiación tanto de un cuerpo de conceptos científicos básicos como de **métodos apropiados, que implican razonamiento, argumentación, experimentación, comunicación, utilización de información científica y otros procesos requeridos en la actividad científica.**

c. Promover la reconstrucción progresiva de conceptos científicos y la apropiación del lenguaje "duro" de la ciencia y la tecnología que ello implica, **a partir de ideas y experiencias que posean los alumnos sobre objetos y eventos del mundo**

natural y tecnológico y aplicar los aprendizajes en beneficio propio y de la sociedad". (González, 1996)

6. El modelo final que se muestra en este documento hace referencia a **Los miniproyectos**, planteados inicialmente por Hadden y Johnstone (citados por Cárdenas, et al., 1995). Es importante precisar la manera cómo se presenta este modelo, dado que la estructura difiere de los anteriores, pues se pretende expresar al interior de las características del modelo, una concepción de ciencia dinámica, influenciada por el contexto del sujeto que la construye, un educando activo y promotor de su propio aprendizaje, a quien se le valora y reconoce sus presaberes, motivaciones y expectativas frente a la ciencia y, a un docente que hace parte del proceso como promotor de un escenario dialógico, un ambiente de aula adecuado para configurar un proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia significativo, permanente y dinámico.

Los miniproyectos, "son pequeñas tareas que representen situaciones novedosas para los alumnos, dentro de las cuales ellos deben obtener resultados prácticos por medio de la experimentación" (Hadden y Johnstone, citados por Cárdenas, et al., 1995) y, presentar características como el planteamiento de un problema que no posea solución inmediata, el desarrollo de un trabajo práctico, la aplicación de conceptos y otros aspectos que muestran cómo el trabajo de aula se desarrolla dentro de un ambiente de interacción dialógica entre estudiantes y docente.¹

No cabe duda de que los miniproyectos pretenden entre otras cosas: aportar al desarrollo de un pensamiento independiente en el educando, al aprovechar y hacer significativa la experiencia del sujeto en el desarrollo de procedimientos contextualizados y que parten de la cotidianidad del estudiante; valorar el componente actitudinal y de interés del educando como elemento que potencie su actitud hacia el aprendizaje de las ciencias; pero hay, sin embargo, algunos elementos que considero deben incluirse en esta propuesta para fortalecer y promover acciones de orden metacognitivo en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias.

¹ Para mayor información consultar a: CÁRDENAS SALGADO, Fidel A. - SALCEDO TORRES, Luis E. - ERAZO PARGA, Manuel A. (1995). Los miniproyectos en la enseñanza de las ciencias naturales. Actualidad Educativa. Año 2, No 9 - 10. Editorial Libros y libros. Santafé de Bogotá. Septiembre - diciembre.

Dichos elementos los presento a continuación:

1. Objeto de estudio: En el cual se identifica la unidad y puede ser presentado como un problema a resolver, una situación cotidiana o una invitación a su estudio.
2. Formulación de objetivos problema y logros curriculares: que intenta responder no sólo a los Lineamientos Curriculares y estándares exigidos desde el M.E.N, sino también y lo más importante, contextualizar las metas con base en las necesidades e intereses de los educandos. Esto se hace utilizando la pregunta como mecanismo de enlace y articulación de los contenidos con situaciones cotidianas del educando, con sus presaberes.
3. Problema a desarrollar (perspectiva asumida desde los planteamientos de Hadden y Johnstone, mencionada anteriormente).
4. Acercamiento temático: como se mencionó anteriormente, se pretende valorar los conocimientos previos de los educandos, para contribuir con el aprendizaje de nuevos conocimientos y la promoción de una evolución conceptual que permita transitar por diferentes modelos mentales y su posible aplicación, dependiendo del contexto en donde se desenvuelva el estudiante.
5. Análisis y reflexión teórica: Se pretende desarrollar con base en la confrontación, la reflexión permanente, la argumentación de conceptos a través de procesos de contrastación, experimentación y diálogos grupales.
6. Trabajo o talleres individuales y grupales, en donde se brindan espacios para la discusión y aplicación de los conocimientos adquiridos a situaciones problemáticas y llamativas para el educando, en donde se de valor al trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades sociales y comunicativas.
7. Evaluación de la evolución conceptual y metacognitiva, al interior de todo el trabajo se plantean actividades que inviten al educando a un reconocimiento de su propio proceso de aprendizaje a indagarse sobre lo que aprende, cómo y para qué se aprende; con ello se busca fortalecer los mismos procesos ejecutados por el estudiantes pero, sobre todo, concientizarlos de la manera cómo él aprende y puede ser más eficiente y eficaz en este proceso.

Es necesario recalcar que existe un panorama claro que orienta las discusiones al interior de cada modelo, pero quizá deba señalar una característica que considero fundamental en cada uno de ellos y tiene que ver con la valoración (en unos más que en otros), de problemas, como una herramienta que posibilita la construcción de propuestas didácticas y que promueven el desarrollo de habilidades no sólo cognitivas sino también afectivas y motivacionales.

Por consiguiente, los problemas son una herramienta que, en cualquier propuesta didáctica, deben presentarse como elementos significativos para la construcción de un pensamiento crítico y el desarrollo de procesos de enseñanza aprendizaje que respondan a una ciencia contextualizada, dinámica y con significado para los educandos.

Por eso, considero que el papel que se le asigna a los problemas y a su solución en los diferentes modelos es indispensable para el desarrollo de procesos mucho más comprensivos, reflexivos y argumentativos, puesto que se da a conocer al educando una ciencia en construcción permanente fundamentada en la solución de problemas científicos contextualizados y asumidos como pilar fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estas razones, permiten hacer distinciones en cuanto a la manera tradicional de resolver problemas en el área de ciencias y las nuevas propuestas de enseñanza de las ciencias. A través de la historia sólo se conciben los problemas como el desarrollo de ejercicios cuantitativos, problemas de lápiz y papel, en los cuales, es suficiente la aplicación mecánica y lineal de unas fórmulas o algoritmos ya establecidos e incorporados en la mayoría de los casos, de forma memorística y sin confrontación por parte del educando.

Los problemas que aquí se proponen se consideran situaciones problémicas o problemáticas **ABIERTAS** (Garret, 1998), exigiéndole al educando una actitud diferente, una participación activa y un deseo de indagar y encontrar solución a las mismas en pro de una construcción de su propio conocimiento. Las situaciones problémicas que plantea Garret, son las siguientes:

1. Preguntas e inquietudes que surgen en la vida cotidiana del educando y que requieren una solución en el momento. Estas pueden ser cerradas (con una sola

respuesta) o abiertas para las cuales existen diferentes respuestas o diferentes formas de solución.

2. Problemas o situaciones que no tienen una solución inmediata y que por lo tanto trascienden la esfera del conocimiento en ese momento.

A estas últimas, son las que Garret considera como las situaciones problemáticas que deben ser presentadas en el aula de clase (como mecanismos que promuevan en el educando una reflexión y confrontación permanente de sus saberes y procedimientos), pues ello facilita el desarrollo de habilidades cognitivas y acerca al educando a procesos concientes, donde él mismo evidencia la eficiencia y alcance de sus propias acciones.

Finalmente, se presenta una breve discusión alrededor de una pregunta fundamental que orienta la estructuración y aplicación de cualquiera de los modelos presentados: ¿Son los modelos de enseñanza, aplicados por el docente, una consecuencia de la imagen o visión que él tiene de la ciencia que enseña?

Para aportar un poco a esta discusión y orientar el propósito de la enseñanza de las ciencias “hacia una educación científica”, presento a continuación, algunas de las visiones más comunes en los procesos de enseñanza aprendizaje y que debemos abordar en todos los espacios académicos que tengan como finalidad innovar en el campo de la enseñanza:

- **Empiro-inductivistas**, en donde se enseña una ciencia *ateórica*, asumiendo una concepción experimental-inductiva, en la que el conocimiento proviene de la observación y experimentación.
- **Otra visión a la cual estamos llamados a discutir y, en ella, promover su exclusión de los centros educativos y de los procesos de enseñanza, tiene que ver con la** visión rígida y tradicional del método científico, para muchos el único método de construcción de las ciencias y el principal mecanismo de enseñanza de la misma; olvidando o, incluso, rechazando todo lo que significa invención, creatividad, duda. (Isabel Fernández, Daniel Gil y Jaime Carrascosa, 2006)

- En este mismo sentido, debemos eliminar la visión **Absolutista-aproblemática y ahistórica de la ciencia**, en donde se intenta explicar la estructura lógica de la ciencia actual, sin hacer evidente la dinámica de su construcción, lo cual conduce a una enseñanza agenética, “la ciencia es un producto social que tiene una larga historia, y esa historia no es algo irrelevante o inútil sino que tiene un gran interés para la comprensión de la propia ciencia y muy particularmente para su enseñanza”. (Delval 1983. Citado por Tamayo, 2005)
- De la misma manera debemos cuestionar seriamente la visión **acumulativa** de la ciencia en la que, al igual que la anterior, intenta perpetuar la ciencia y su enseñanza, al concebirla como un cúmulo de conocimientos acabados, objetivos, absolutos y verdaderos (Kaufman 1998), desconociendo por completo su desarrollo histórico y epistemológico, elementos necesarios para la orientación de su enseñanza y la comprensión de la misma, o, pero aún, “planteando que el desarrollo científico aparece como fruto de un crecimiento lineal, puramente acumulativo (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999), ignorando las crisis y las remodelaciones profundas, fruto de procesos complejos que no se dejan amoldar por ningún modelo definido de cambio científico (Giere, 1998; Estany, 1990)” (autores citados por Isabel Fernández, Daniel Gil y Jaime Carrascosa, 2006).

Pueden ser muchas otras las visiones que como docentes manifestamos en los procesos de enseñanza de la ciencia, lo más importante es reconocer que el docente refleja en su acción su pensamiento y que éste determina, condiciona o potencia su ejercicio educativo, por tanto, toda propuesta didáctica debe en primera instancia reconocer la epistemología docente como punto de partida y mediador de las innovaciones didácticas.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, José Antonio y otros. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 2, Nº 2, pp. 121-140. En: <http://www.apac-eureka.org>.

ADÚRIZ BRAVO, Agustín. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia. Fondo de cultura económica, Buenos Aires.

ADÚRIZ BRAVO, Agustín, Et al. (2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. En Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 2, N° 3.

BARONA, C., VERJOVSKY, J., MORENO, M. y LESSARD, C. (2004). La concepción de la naturaleza de la ciencia (CNC) de un grupo de docentes inmersos en un programa universitario de formación profesional en ciencias. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 6 (2). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.uabc.mx/vol6no2/contenido-barona.html>

CÁRDENAS SALGADO, Fidel A., SALCEDO TORRES, Luís E. y ERAZO PARGA, Manuel A. (1995). Los miniproyectos en la enseñanza de las ciencias naturales. Actualidad Educativa. Año 2, No 9 – 10. Editorial Libros y libros. Santafé de Bogotá. Septiembre – Diciembre.

FERNÁNDEZ, Isabel, GIL, Daniel y CARRASCOSA, Jaime. (2006). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. Universitat de València.

GARRET, R. M. (1995). "Resolver Problemas en la Enseñanza de las Ciencias". Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales 5, 6-15.

GIL PÉREZ, Daniel. (1991). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias naturales, Relaciones controvertidas. Enseñanza de las ciencias 4(2), 1986. Reimpreso en planteamientos pedagógicos, 1(2). 38-60.

GIL PÉREZ, Daniel y GUZMÁN DE O., Miguel. (1993). Enseñanza de las ciencias y la matemáticas. Editorial Popular S.A. Madrid.

GIL PÉREZ, Daniel, CARRASCOSA, Jaime, FURIO, Carles y MARTÍNEZ, Torregosa. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Editorial Horsori. Barcelona.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I., LÓPEZ CERESO, J. A. y LUJÁN LÓPEZ, J. L. (1996). Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología, Barcelona, Tecnos.

KAUFMAN, M. y FUMAGALLI, L. (2000). Enseñar Ciencia Naturales. Reflexiones y propuestas didácticas, Ed. Paidós Educador B.A. ,Barcelona, México.

PERALES PALACIOS, Francisco J. (1990). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias naturales. Revista Educación y Pedagogía. Volumen 21, No 21. Mayo – agosto.

POZO, J. I. (1999). Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: Del cambio conceptual a la integración jerárquica. En: Enseñanza de las Ciencias. (Número extra. Junio).

SANMARTÍ, N. (1995). El aprendizaje de actitudes y de comportamientos en relación a la educación ambiental. Reflexiones desde el área científica. En: UNÑO, T. y MARTÍNEZ, K (Eds.). Educar a favor del medio. Bilbao. U. P.V. pp. 163-181.

TAMAYO ALZATE, Óscar E. (1998). La actividad mental y su relación con el aprendizaje. IDEE. Revista Departamento de Estudios Educativos. Año 3 Volumen 3 No 2. Centro editorial Universidad de Caldas. Julio – Diciembre.

_____. (2001). Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

VOSNIADOU, S. y BREWER, W. (1992). Mental models of the earth: A study of the conceptual change in childhood. In: Cognitive Psychology. 24, 535-585.

_____. (1994). Mental models of the day/night cycle. In: Cognitive science. 18, 123-183.

VOSNIADOU, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. In: Learning and Instruction. 4, 45-69.

_____. (1997). On the development of the understanding of abstract ideas. In: Härnqvist and Burgen (Eds.) Growing up with science. Developing early understanding of science. Great Britain: Atheneum Press.

<http://www2.uah.es/jmc/webens/142.html>
www.ideam.gov.co/ninos2/Imagenes/cv_hi106.jpg