



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**PERFILES
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

García Ruiz, Mayra, Flores, Raúl Calixto (1999)
**“ACTIVIDADES EXPERIMENTALES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS NATURALES EN LA EDUCACIÓN BÁSICA”**
en *Perfiles Educativos*, Vol. 21 No. 83-84 pp. 105-118.

Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica *

MAYRA GARCÍA RUIZ Y RAÚL CALIXTO FLORES**



Este trabajo plantea algunos de los problemas y mitos detectados en la enseñanza de las ciencias naturales (CN) en la educación básica en México. Asimismo, desarrolla una propuesta de estrategia de enseñanza de las CN, basada en la reflexión sobre el uso de las actividades experimentales en clase. Por último, describe la experiencia de la aplicación de una actividad experimental en un grupo de niños de educación primaria entre los 10 y 12 años de edad. Dicha actividad se adoptó después para la formación de habilidades de planeación didáctica, con un grupo de profesores de educación básica. Estas experiencias se fundamentan en una metodología para la enseñanza de las CN que propicia la autogestión de actividades por parte de los alumnos y de los profesores.

This article raises some of the questions and myths that can be detected in the teaching of natural sciences (NS) at basic education level in Mexico. Likewise, the author develops a proposal of teaching strategy for NS based on the reflexion about the use of experimental activities in the classroom. Finally, he describes the application of an experimental activity in a group of basic education children aged 10-12 years. This activity was adapted afterwards for the formation of didactical planning abilities with a group of basic education teachers. This experiences are established on a methodology that fosters the self-management of activities by students and teachers.

INTRODUCCIÓN

En la vida cotidiana se encuentran múltiples aplicaciones de las ciencias naturales (CN); uno está tan acostumbrado a éstas, que no reflexiona sobre su naturaleza y principios. Ello ha originado que pocas personas se preocupen por aprender CN y se hayan convertido en usuarios mecánicos de éstas. Esta situación, que parece sin importancia, tiene enorme trascendencia al sumar los individuos que asumen una actitud semejante. Consecuencia de ello es la falta de desarrollo de la cultura científica nacional, lo cual se manifiesta en una creciente dependencia científica y tecnológica.

Pero ¿cuáles son sus causas?, ¿qué factores propician esta situación? Si recordamos que la educación básica representa para una gran proporción de mexicanos la única posibilidad de acceder al sistema escolar y de aprender CN, resulta necesario, a fin de dar respuesta a estos interrogantes, identificar primero los principales problemas que se presentan durante su enseñanza en este nivel educativo, para después determinar sus causas.

Uno de los principales problemas en la enseñanza de la CN en México es la dificultad que tienen los docentes de encontrar y diseñar estrategias de enseñanza adecuadas para que sus alumnos se apropien del conocimiento científico. La elaboración de estrategias de enseñanza de las CN en educación básica plantea al profesor de grupo el reto de conocer y analizar su propia práctica

docente. Este reto provoca que los docentes, a partir de su experiencia y conocimiento en la materia, y de la problematización y confrontación de su práctica, traten de transformar sus estrategias de enseñanza, tarea en extremo difícil debido, entre otros factores, a la falta de formación académica adecuada.

Por otra parte, frecuentemente el conocimiento previo que tienen los alumnos sobre los fenómenos naturales difiere del que ellos construyen en la escuela, ya que elaboran significados acordes a su experiencia personal. Esto conduce a que, como algunos autores reportan (Driver *et al.*, 1989; Giordan, 1987), los alumnos construyan significados diferentes a los que el profesor pretende enseñar, y el profesor no se percate de que la manera que tienen los alumnos de resolver este conflicto cognitivo es separando la ciencia que se les enseña en la escuela de sus propias experiencias en la vida cotidiana.

De las investigaciones educativas realizadas en los últimos veinte años sobre la enseñanza de las ciencias, ha emanado la necesidad de considerar tanto la experiencia de los alumnos como sus concepciones o ideas previas en torno a los fenómenos de la naturaleza, como puntos de partida para la generación de estrategias de enseñanza; inclusive se ha puesto de manifiesto la concepción constructivista que, entre otras cosas, privilegia las actividades experimentales (Ausubel *et al.*, 1993; Candela, 1991; Díaz Barriga y Hernández, 1998; Driver, 1988; Flores, 1997; Flores *et al.*, 1996; Gil, 1983; Giordan, 1987; León, 1986; Montañez, 1987; Nuñez, 1980, entre otras). Se insiste en que el alumno debe acercarse,

* Los autores deseamos agradecer al Profesor Luis Chávez García por la revisión y sus comentarios a este trabajo.

** Profesores titulares de la línea Enseñanza de las Ciencias Naturales de la Maestría en Desarrollo Educativo, de la Dirección de Investigación, UPN.

lo más posible, al conocimiento científico, de tal manera que sea capaz de utilizarlo en su vida cotidiana y así ampliar su comprensión del mundo (SEP, 1996). Asimismo, se debe poner en conflicto lo que se piensa (Giordan y Vecchi, 1994) por medio de actividades apropiadas. Sin embargo, por diversas razones que se mencionarán posteriormente, en la enseñanza de las CN, particularmente en el trabajo en el aula, estas ideas no se han aplicado.

El presente trabajo está conformado por tres partes, en la primera de ellas se plantean los problemas y mitos detectados en la enseñanza de las CN en educación básica en México, enfatizando que en la práctica docente se minimiza la utilización de las actividades experimentales; en la segunda, se desarrolla una propuesta de estrategia de enseñanza de las CN, la cual se fundamenta en la reflexión sobre el uso de las actividades experimentales, reconociendo las bondades de éstas para fomentar el ingenio, la creatividad y la imaginación, y para propiciar el aprendizaje y la construcción del conocimiento científico, coadyuvando a comprender mejor el mundo que nos rodea; en la tercera parte se describe la experiencia de la aplicación de una actividad experimental en un grupo de niños de educación primaria entre los 10 y 12 años de edad. Asimismo, y a partir de esta experiencia con los niños, se desarrolló esta misma actividad experimental (diseñada para la formación de habilidades de planeación didáctica) con un grupo de profesores de educación básica, con el propósito de resolver algunos de los problemas y mitos detectados en la enseñanza de CN.

Por otra parte, ya que no existen metodologías de enseñanza rígidas e incuestionables, en este trabajo se propone que cada profesor construya sus propias estrategias para la enseñanza de las CN por medio de la experimentación en situaciones de aprendizaje que estimulen en los alumnos la expresión de sus ideas iniciales, su curiosidad y reflexión para que construyan su propio conocimiento y sean capaces de relacionarlo y utilizarlo en su vida cotidiana.

PROBLEMAS Y MITOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CN EN EDUCACIÓN BÁSICA

Las creencias que tienen los profesores acerca del conocimiento científico con frecuencia pueden representar verdaderos obstáculos en el desarrollo de su práctica docente (Porlán y Martín del Pozo, 1996). Por ello, es importante tomarlas en cuenta durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las CN.

Los profesores de educación básica refieren como principales problemas en la enseñanza de las CN los siguientes (Bonilla *et al.*, 1994; Calixto, 1996b):

- La enseñanza de las CN se ha convertido en una acumulación de información dentro del aula, ya sea memorizando y repitiendo, o copiando la información, sin ninguna relación con la vida diaria.
- El desconocimiento por parte de los docentes de los saberes de los alumnos acerca de las CN durante la preparación de las clases.
- La carencia de apoyos didácticos adecuados.
- El predominio de la verbalización en

- las clases, por parte de los docentes, que fomenta la pasividad y dependencia de los alumnos.
- No se considera la posibilidad de que los alumnos adquieran conocimientos a partir de la realidad en que se encuentran.
 - Los planes y programas no responden a las necesidades individuales y sociales, o bien existe dificultad en el desarrollo de los nuevos planes y programas de estudio debido a la falta de capacitación de los docentes.
 - La enseñanza de las CN no tiene incidencia sobre lo que los alumnos piensan ni sobre lo que hacen en su vida diaria.

Entre las causas que propician la permanencia de estos problemas, pueden identificarse los mitos existentes en la enseñanza de las CN, que influyen en la práctica docente de los profesores de educación básica (Calixto, 1996b):

- Existen conocimientos exclusivos de un grupo de personas —los científicos—, los cuales son inaccesibles para los demás.
- Los conocimientos científicos son permanentes y tienen mayor valor si se originan en los países del primer mundo.
- Los conocimientos más importantes son aquellos que se adquieren de la lectura de los libros y revistas científicos
- El método científico es absoluto y secuencial.
- Es más importante el aprendizaje de los conceptos.
- El trabajo teórico debe prevalecer sobre el trabajo práctico.

- No todos los estudiantes tienen la capacidad suficiente para aprender ciencias.

Estos mitos se construyen a lo largo de su formación como profesores, son asimilados por los docentes y transmitidos como verdades a los alumnos. Sin embargo, las causas de los problemas en la enseñanza de las CN, no son sólo atribuibles a los profesores, quienes por lo general —y a pesar de todas las dificultades que se les presentan— tratan de desarrollar en forma adecuada su labor docente. Las causas se encuentran presentes en gran medida en los programas de formación y actualización magisterial; en los programas de estudio con los que se trabaja en educación básica; en las prioridades de la política educativa del momento; en la poca capacidad que tienen los profesores de influir en las decisiones de política educativa; en la relación vertical que se establece entre las distintas autoridades educativas y la escuela, y en el medio social, renuente a valorar las bondades de aprender CN sin considerar las ataduras y limitaciones en las que se encuentra el desarrollo científico y tecnológico del país. Por ello, se dificulta la vinculación del trabajo científico con la educación básica. De tal suerte que las CN se llegan a considerar de poco interés, propias de especialistas y difíciles de aprender.

¿Por qué no se incluyen actividades experimentales en la enseñanza de las CN?

Es de notar que durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las CN no se considera a las actividades experimen-

tales como algo relevante para la construcción del conocimiento científico. Esto se debe a diversos factores, tales como la falta de una metodología didáctica que conjugue teoría y experimentación de una manera eficaz; la dificultad que representa para los docentes diseñar, encontrar y aplicar actividades experimentales en sus clases de CN, ya sea por la falta de conocimiento de las actividades experimentales, por no contar con los materiales, el espacio y mobiliario adecuados, o bien por el desconocimiento, por parte de los profesores, del uso y mantenimiento adecuado del laboratorio, así como las medidas de seguridad y primeros auxilios, etc. (Bonilla *et al.*, 1994; Calixto, 1996a; Candela, 1993; León y Venegas, 1993).

Por otra parte, cuando las actividades experimentales son consideradas y se realizan en clase, se limitan a ejercicios y prácticas para verificar la información dada por el libro o por el maestro (Candela, 1993), lo cual trae como resultado que al alumno se le niegue la posibilidad para desarrollar una actitud científica. Los experimentos del libro están diseñados de tal forma que no permiten opciones alternativas, las preguntas son generadas para que el alumno responda lo esperado (*i.e.*, lo que aparece en el libro de texto), de otra manera se considera errónea su respuesta; tampoco se da la opción de que el alumno elabore su propio cuestionamiento y por tanto no se propicia un análisis o discusión de lo observado en los experimentos. Asimismo, los cursos no incluyen experimentos en los que el alumno pueda identificar y definir un problema, proponer procedimientos, recoger e interpretar resulta-

dos o tomar alguna decisión (Yager y Penick, 1983). Esto conlleva al desconocimiento, por parte del profesor, del pensamiento y las ideas de sus alumnos. Los profesores argumentan, además, que no tienen otras opciones debido al tiempo tan corto destinado a las clases de CN y a que los grupos son muy numerosos.

Las actividades experimentales son un factor básico en la enseñanza de las ciencias; empero, como Daniel Gil (1993) ha reportado:

Es preciso prestar atención a esta idea de buscar en la metodología científica —y, más concretamente, en la realización de abundantes trabajos prácticos— la solución a las dificultades en el aprendizaje de las ciencias y las actitudes negativas que dicho aprendizaje genera[...]

Por ello, es de suma importancia hacer notar que no se trata de incluir actividades experimentales sin ningún fundamento teórico, sino de que se reconozcan sus bondades y mediante ellas se propicie una actitud positiva hacia la ciencia (Freedman, 1997), de tal manera que se genere la construcción del conocimiento científico, erradicando así las prácticas tradicionales de memorización y mecanización de conceptos y leyes que el alumno olvida al salir de clase y que no tiene posibilidad alguna de relacionar con su entorno. Por tanto, como di Sessa (1993) propone, se deben combinar dos estrategias, la primera que permita aclarar ciertos conceptos o leyes generales con base en experimentos “tradicionales” (por ejemplo, las del libro de texto) y la segunda, buscar que el alumno construya sus conocimientos a partir de contrastar sus propias ideas con los

resultados de experimentos sencillos —que inclusive el alumno puede proponer de acuerdo con sus inquietudes.

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE LAS CN

En el presente trabajo se parte del reconocimiento de las posibilidades de aprendizaje de cada sujeto y de la identificación de los problemas y mitos existentes en la enseñanza de las ciencias naturales.

En esta propuesta de estrategia de enseñanza se reconoce el papel protagónico del profesor en la planeación didáctica y en la elección de los contenidos de aprendizaje.

La propuesta se fundamenta, tanto en las experiencias obtenidas con los profesores que han estudiado algún posgrado de los que se imparten en la Universidad Pedagógica Nacional (Unidad Ajusco) relacionado con la enseñanza de las CN, como en los resultados de investigaciones realizadas por profesores de esta Universidad (Calixto, 1996b), entre los que destacan las orientaciones globales para la elaboración de programas con una imagen de ciencia natural, esto es, el reconocimiento del valor de la naturaleza; facilitación de la interacción entre los elementos del programa y la comunidad; inclusión de actividades problematizadoras con el planteamiento de que la ciencia es un proceso en construcción relacionado con la realidad que viven los niños en nuestro país; presentación de los contenidos como inacabados; desarrollo de una conciencia crítica y reflexiva; contenidos significativos para los alumnos; autogestión de actividades por parte de los alumnos; inclusión

de actividades experimentales emanadas de las inquietudes e intereses de los alumnos; planteamiento de confrontaciones entre la teoría y la práctica e incorporación de las CN a la realidad de la vida cotidiana.

Estas orientaciones globales se ubican en una perspectiva constructivista para la enseñanza de las CN, en la que para explicar las estrategias de enseñanza se requiere primero definir el sentido de la metodología, las condiciones del sujeto y del medio, el proceso de aprendizaje, los contenidos y objetivos, los materiales didácticos, las finalidades de la evaluación y el papel del profesor o profesora. Tales aspectos en su conjunto perfilan un modelo didáctico, base para la elaboración de la propuesta de estrategia de enseñanza, que tienen como propósito “aprender a aprender”. La definición de estos aspectos la tiene que realizar cada profesor o profesora, a partir de la problematización de su práctica docente.

De acuerdo con Eduardo García y Rosario Cubero (1993), no existe una metodología constructivista,

las actividades deben posibilitar el proceso de construcción del conocimiento por parte del alumno, lo que supone un formato abierto y flexible, un itinerario de las actividades en espiral con posibles ramificaciones y variantes (camino a seguir poco predeterminado en la programación de actividades), adaptable a diferentes contextos y situaciones escolares.

Por ello, en esta propuesta se pretende que los docentes conozcan y analicen las fortalezas y debilidades de su propia práctica docente, y problematicen aquellos aspectos de los cuales carecen de una definición clara. Esta problematización

los llevará a elegir categorías de análisis, con las cuales sea posible profundizar en el conocimiento de las estrategias de enseñanza que utilizan y como resultado elaborar nuevas estrategias, considerando los elementos del modelo didáctico y las categorías de análisis que ellos mismos propongan.

BONDADES DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

La experimentación para la enseñanza es distinta a la que se realiza en la investigación científica, ya que no es posible pretender que se realice en cada caso el extenso proceso que conduce al científico a un descubrimiento o la formulación de una ley, y que muchas veces le ocupa la mayor parte de su vida. Por eso, los experimentos efectuados con fines didácticos tienen siempre el carácter de una verificación mediante el redescubrimiento, la inducción o la comprobación (Arca *et al.*, 1990).

En la enseñanza de las CN, las actividades experimentales son las que:

1. Posibilitan al alumno para obtener experiencias que le permitan desarrollar el pensamiento científico.
2. Propician la adquisición de conocimientos teórico-metodológicos que ayudan al mejoramiento de la enseñanza de las CN.
3. Facilitan que el maestro pase de ser un transmisor de conocimientos a un guía y un apoyo durante el desarrollo de la clase de CN.
4. Permiten al profesor reflexionar sobre la forma en que el niño investiga y adquiere conocimientos.
5. Sirven para que los alumnos verifiquen sus explicaciones y extrai-

gan conclusiones de sus pequeñas investigaciones, de tal manera que vayan construyendo su propio aprendizaje.

6. Promueven en los alumnos la capacidad de discernimiento y fundamentación.
7. Generan un sentido crítico en los educandos.
8. Crean el hábito de tratar de dar explicaciones a los hechos.
9. Despiertan la curiosidad y proporcionan mayor capacidad de observación.
10. Propician que los educandos cuestionen su entorno natural y social.

En resumen, en esta propuesta de estrategia de enseñanza se enfatiza la relevancia que tiene el que los alumnos desarrollen actividades experimentales en clase; que se investigue más acerca de cómo piensan; que se creen situaciones problematizadoras en las cuales se pongan en duda los conocimientos ya generados; que se confronten las preconcepciones de los alumnos; que se reconozca la relación de las CN con la vida cotidiana, ya que éstas permiten conocer y explicar mejor el mundo que nos rodea, y que los docentes sean capaces de confrontar su propia práctica, identificando las actividades que han favorecido los aprendizajes propuestos en sus estrategias.

La aplicación de una actividad experimental como estrategia de enseñanza

En este trabajo se proporciona como alternativa didáctica la realización de una actividad experimental, demostrando que enfrentar a los niños a si-

tuaciones problematizadoras que cuestionen sus ideas iniciales o presenten un reto a resolver, los obliga a buscar respuestas. Esta estrategia, además de motivar su interés, da oportunidad al profesor de conocer el nivel de comprensión que tienen sus alumnos sobre algún tema, permitiéndole orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conocimientos científicos.

En la etapa actual de la enseñanza de la ciencia existe una visión relativista de ella y una imagen más compleja de sus procesos de enseñanza-aprendizaje, entre otros elementos que ponen énfasis en las variables mediadoras relacionadas con los alumnos, como las concepciones alternativas, obstáculos de aprendizaje, dimensión social del aprendizaje y contexto educativo (Porlán, 1998). Dichos elementos han de considerarse en la planeación y desarrollo de las actividades experimentales.

Con base en la experimentación en el aula, el profesor puede promover diversos procesos de construcción del conocimiento, tales como revisión, elección, modificación, enriquecimiento y funcionalidad: de revisión, al considerar lo que los alumnos ya conocen; de elección, al atribuirle significados a los contenidos de aprendizaje; de modificación, al construir nuevos aprendizajes que pueden ser integrados a la memoria de corto plazo; de enriquecimiento, al integrar los nuevos conocimientos a la memoria de largo plazo, y de funcionalidad, al aplicar el aprendizaje en una situación concreta para resolver un problema determinado (Pérez Gómez, 1995).

De acuerdo con la planeación didáctica que haga, el profesor puede incorporar en la experimentación las actividades que propicien el desarrollo de

estos procesos, lo que supone un formato abierto y flexible, un itinerario de las actividades en espiral con posibles ramificaciones y variantes (García y Cubero, 1993).

Para mostrar el manejo de una actividad experimental se desarrolló una "cromatografía de caramelos" (Sarquis y Sarquis, 1993). Esta actividad fue realizada en dos momentos, en un primer momento con un grupo de 40 niños (entre los 10 y 12 años) de una escuela de educación primaria del Distrito Federal, en el marco de las actividades desarrolladas en el Taller "Ciencia para niños" de la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología del CONACYT. En un segundo momento con un grupo de 18 profesores de educación básica, estudiantes de la Especialización en Laboratorios para la Enseñanza de las Ciencias Naturales de la UPN.

Los propósitos educativos de la actividad experimental, para el caso de los niños, fueron: revisar y comprender ciertos temas, tales como Mezclas y métodos de separación; desarrollar capacidades, como la observación, la indagación y la reflexión, y generar actitudes positivas hacia el aprendizaje de los conocimientos científicos que les permitiesen relacionarlos con su entorno. Para el caso de los profesores, fueron: resolver algunos de los problemas y mitos frecuentemente detectados en la enseñanza de las CN, como por ejemplo la creencia de que la falta de material y equipo de laboratorio impide la realización de experimentos; que es muy problemático diseñar, encontrar y aplicar actividades experimentales en clase; que los conocimientos científicos son difíciles de entender y de enseñar, etcétera.

Adicionalmente, con esta propuesta se pretendió que tanto los alumnos como los profesores se percataran de que mediante el uso de las actividades experimentales, las clases de CN pueden ser agradables y divertidas.

La Cromatografía de caramelos puede integrarse al currículo vigente de educación básica (SEP, 1993), en educación primaria, en el tema de Mezclas del eje temático Materia, energía y cambio del 5° grado (bloque 4: Energía para transformar; lección 31: Energía para mezclar y separar); y en educación secundaria (SEP, 1993), en el segundo grado en la asignatura de Química I: tema Métodos de separación de mezclas de la unidad 2 (Manifestaciones de la materia. Mezclas y su separación. Compuestos y elementos químicos) y en el tercer grado en la asignatura de Física II: tema Radiación electromagnética; luz visible, colores, de la unidad 4 (Óptica y sonido) (Sarquis y Sarquis, 1993).

Cromatografía de caramelos

El objetivo de la cromatografía de caramelos fue conocer los colores que componen el recubrimiento de los dulces M&M. Los colorantes de alimentos parecen ser de un solo color, sin embargo, contienen una mezcla de pigmentos de diferentes colores, los cuales pueden ser separados usando la técnica llamada cromatografía.

En términos generales, la cromatografía de caramelos consiste en:

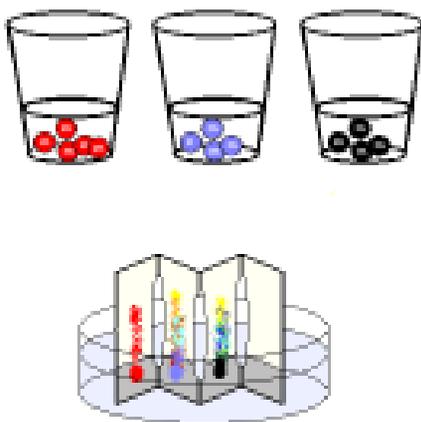
1. Preparar una solución salina con sal de mesa al 1%.
2. Cortar un papel filtro en un cuadro de 8 cm².
3. Doblar el papel en cuatro partes, a manera de acordeón.

4. Cortar muescas estrechas en el papel a lo largo de los pliegues.
5. Escoger 4 dulces de un solo color y colocarlos en un vaso con agua (de 5 a 6 gotas); hacer lo mismo con dulces de otros colores.
6. Con un lápiz escribir en el papel filtro el color del dulce y dibujar un círculo en donde se aplicarán las soluciones de colores.
7. Aplicar las soluciones coloreadas dentro de los círculos.
8. Agregar a un vaso transparente de plástico de 20 a 30 ml (1-2 cucharadas) de la solución salina.
9. Doblar el papel filtro con las manchas coloreadas e introducirlo en el vaso de solución salina con las manchas hacia abajo.
10. En el momento que la solución comience a ascender por el papel, retirar el papel mojado del vaso y extenderlo sobre una superficie limpia para que pueda ser observado el desplazamiento de los colores.
11. Analizar los cromatogramas obtenidos para encontrar cuales de los recubrimientos coloreados se componen de más de un color.
12. Elaborar una tabla con los resultados obtenidos, enlistando el color del dulce y los colores encontrados en el cromatograma.

Este procedimiento se ilustra en la figura 1.

El procedimiento didáctico que se llevó a cabo incluyó, primeramente, un cuestionamiento con el objetivo de que los alumnos discutieran en sus equipos (conformados por cuatro integrantes) y expresaran sus ideas acerca de los colores de los dulces; estas ideas fueron re-

Figura 1



En esta figura se ilustra el procedimiento metodológico de la cromatografía en caramelos propuesto por Sarquis y Sarquis, 1993 (ilustración modificada por García Ruiz, 1999, para este artículo). En el dibujo superior se muestra la extracción del color de los caramelos M&M; en el dibujo inferior se muestra el desarrollo del cromatograma, nótese el desplazamiento de los pigmentos a través del papel filtro cuando es sumergido en la solución salina. Para más detalles de este experimento consultar Sarquis y Sarquis, 1993.

gistradas en el pizarrón a la vista de todos. En segundo lugar, se les indicó que realizarían un experimento para comprobar o refutar sus ideas, se les explicó en qué consistía y se les proporcionó el material; en tercer lugar, se les pidió que dibujarán cómo se llevaría a cabo el experimento —con el objetivo de asegurarse que el procedimiento a seguir había sido comprendido— y que escribieran qué creían que sucedería, esto es, qué resultados pensaban obtener; en cuarto lugar, durante el desarrollo de la actividad experimental se promovió la discusión de las ideas y explicaciones de lo que iban observando, por medio de preguntas tales como ¿por qué crees que los colores ascienden por el papel?, ¿todos los colores ascienden al mismo tiempo?, etc. Finalmente se

anotaron en una tabla los resultados obtenidos, se discutieron en los equipos, se expusieron ante todo el grupo y se compararon las conclusiones, tanto con las ideas iniciales anotadas en el pizarrón, como con los resultados que pensaban se iban a obtener, con lo que fue posible orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Empero, es importante reflexionar que no es la actividad *per se* lo que va a propiciar situaciones de aprendizaje, sino el manejo que el maestro haga de las ideas que surjan de los alumnos durante el desarrollo de la actividad experimental.

Posteriormente, y como se mencionó arriba, se llevó a cabo la aplicación de esta misma actividad experimental con profesores de educación básica mediante un procedimiento similar al ya expuesto, excepto que en este caso se trataba de mostrar a los profesores algunas alternativas para utilizar las actividades experimentales como estrategia de enseñanza en situaciones de aprendizaje que estimularan a los alumnos a expresar sus ideas iniciales y promoviesen la reflexión y discusión al abordar un contenido programático.

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE UNA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Los resultados fueron registrados a través de un diario de campo en donde se anotaron comentarios, opiniones y observaciones, tanto de los alumnos como de los profesores. Asimismo, el observador (uno de los autores) pasó a cada una de las mesas de trabajo para recabar la información y al mismo tiempo observar el desarrollo de la actividad experimental. Otra fuente de informa-

ción la constituyó la discusión grupal al final de dicha actividad.

Alumnos

De la aplicación de la actividad experimental con los alumnos emanaron los siguientes resultados:

1. *Constatación de las actividades experimentales. Se comprobó que éstas estimulan en los niños la capacidad de observar, de formular preguntas, de investigar, etc.* Fue posible observar en los niños un gran entusiasmo por participar, expresar sus dudas, sus ideas y tratar de investigar.
2. *Mantenimiento del interés como resultado de la curiosidad e investigación.* Con respecto a este punto, los niños mostraron gran interés por llevar a cabo el experimento, no hubo distracciones ni actitudes pasivas durante el desarrollo del mismo. A pesar de que estaban en plena libertad para moverse y conversar con sus compañeros, sus charlas giraron alrededor de la actividad que estaban realizando.
3. *Confrontación y contrastación de sus ideas.* Al promover la expresión de sus ideas, los alumnos fueron capaces de defenderlas o transformarlas durante la discusión con sus compañeros.
4. *Construcción de explicaciones de lo observado.* Acorde a sus ideas y experiencias previas, los alumnos fueron capaces de construir explicaciones de los resultados que observaron con los colores, y de reflexionar sobre lo aprendido después de la discusión general con todo el grupo.
5. *Diseño de nuevos experimentos.* En este último punto los niños expresaron

sus inquietudes por realizar más experimentos para probar sus hipótesis. Cabe aclarar que la manera como los niños plantearon sus hipótesis fue derivada de sus preguntas.

Ejemplo: Un niño preguntó qué pasaría si en lugar de poner dulces de un solo color en el vaso se pusieran de dos colores, la investigadora le propuso que él mismo respondiera a su pregunta, entonces el niño realizó el experimento, en este caso el niño manejó la hipótesis de que al poner dos colores saldrían más bandas de colores en el papel filtro, sin embargo, el experimento no fue exitoso, ya que el corrimiento de las bandas no se completó. Empero, es importante mencionar que, aunque el experimento no resultó como se esperaba, el alumno fue orientado a detectar las causas que impidieron el buen resultado de la actividad.

Profesores

En el caso de los profesores, se buscaba propiciar el desarrollo de habilidades de planeación didáctica y proporcionar al maestro los elementos para considerar la posibilidad de incrementar la comprensión de contenidos científicos, desarrollar habilidades y mantener el interés de sus alumnos mediante las actividades experimentales.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

1. *Confrontación de su propia práctica docente.* Con respecto a este punto, los profesores comentaron que esta propuesta de estrategia de enseñanza les había hecho reflexionar sobre su propia práctica docente, ya que en

la experiencia real este tipo de estrategias se quedaba únicamente en el discurso, debido a que no creían que fuera posible llevarlas a cabo; por tanto, ni siquiera lo intentaban.

2. *Construcción de explicaciones de lo observado.* Los profesores construyeron explicaciones de lo observado de una manera más rápida y acertada que los alumnos, debido a sus conocimientos y su experiencia previa. Por ejemplo, cuando se les pidió que explicaran los resultados que habían obtenido, algunos de ellos mencionaron que el número de bandas en el papel filtro variaba de acuerdo con la categoría de color del que se trataba, primario o secundario.
3. *Generación de alternativas didácticas.* Durante el desarrollo del experimento, los profesores expresaron propuestas de otras opciones didácticas, por ejemplo, incorporar los resultados no exitosos de una actividad experimental, como parte del proceso de construcción del conocimiento, en lugar de considerarlos como errores, esto es, propiciar en los alumnos la discusión para la producción de nuevas explicaciones.
4. *Diseño de nuevos experimentos.* Finalmente, los profesores sugirieron nuevos experimentos, un ejemplo de ello fue la propuesta de una profesora para realizar el mismo experimento, pero de manera inversa; la hipótesis que manejó fue que por medio de la complementación de las bandas de diferentes colores se podría reconocer qué color secundario se formaría. La profesora realizó el experimento, tomó una sola gota de dos colores primarios y las colocó por separado en el papel fil-

tro, después del corrimiento se observó como resultado una banda de color secundario. La profesora concluyó que este experimento puede ser realizado por los alumnos con el objetivo de distinguir entre colores primarios y secundarios. De la discusión grupal emanó la conclusión de que de una actividad experimental pueden derivarse otras diferentes, motivando la creatividad e iniciativa de los participantes.

CONSIDERACIONES FINALES

Sobre las estrategias de enseñanza. Los elementos básicos presentes en la propuesta para la elaboración de estrategias de enseñanza de las CN en la educación básica comprenden la problematización, el análisis y confrontación de la práctica docente, por lo que para su desarrollo resultan fundamentales el interés, la motivación y una actitud positiva hacia la ciencia por parte de los profesores.

Con esta propuesta se pretende erradicar algunos de los mitos acerca de las CN, mediante la incorporación de actividades experimentales —aun en escuelas donde no se cuente con un laboratorio, generando laboratorios mínimos— que transformen y enriquezcan las preconcepciones que poseen los alumnos sobre los fenómenos naturales.

En la propuesta, se establece que la mejor estrategia de enseñanza de las CN es aquella que parte del reconocimiento de las limitaciones y alcances de la propia práctica docente y de la consideración, en todo momento, de las ideas previas, las expectativas, necesidades e intereses de los estudiantes.

La inclusión de este tipo de estrategias de enseñanza favorece las interacciones entre los niños, entre los profesores y entre ambos, con lo cual se propicia la construcción social del conocimiento científico.

Sobre la práctica docente. La práctica docente ha de propiciar experiencias para que los niños “vivan” las ciencias naturales, reflexionen, critiquen y construyan su conocimiento, desarrollen actitudes y valores, que desmitifiquen a las ciencias como propias de los países “avanzados” y desvinculadas de la vida cotidiana.

El profesor, mediante su práctica docente, ha de “vivir” las ciencias naturales; no basta con dominar el conocimiento, si no se refleja una actitud favorable hacia la ciencia, debido a que los alumnos perciben y asumen una actitud semejante.

La “humildad” hacia el dominio del conocimiento, gracias a la cual el pro-

fesor evita dar todas las respuestas y no considera que siempre tiene la verdad, favorece la creatividad y una actitud de investigación por parte de los alumnos.

Sobre las actividades experimentales. Por medio de las actividades experimentales el alumno interactúa con diferentes objetos de conocimiento mediante la solución de problemas que propician el dudar, afianzar o transformar sus preconcepciones sobre los fenómenos de la naturaleza.

Finalmente, el uso de actividades experimentales en la enseñanza de las CN desarrolla el ingenio, la creatividad y la imaginación, propicia la investigación, desencadena inquietudes y promueve una actitud positiva hacia la ciencia, lo que redundará en un buen desarrollo de los aprendizajes y la construcción del conocimiento científico, coadyuvando a comprender mejor el mundo que nos rodea.

Referencias

- ARCA, M., P. Guidoni y P. Mazzoli (1990), *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*, Barcelona, Paidós Educador, pp. 19-41.
- AUSUBEL, D.P., J.D. Novak y H. Hanesian (1993), *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas.
- BONILLA, Xóchitl, Daniel Cervantes, Jesús Favela, Mayra García Ruiz, Socorro Ortiz, Ricardo Peniche, y María del Refugio Valdez (1994), Plan de estudios de la Especialización en Laboratorios para la Enseñanza de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional (UPN-Ajusco), pp. 5-6, México.
- CALIXTO Flores, Raúl (1996a), “Un recorrido por la naturaleza: estrategias de enseñanza en las ciencias naturales”, en *Cuadernos de Actualización* núm. 12, UPN, México, pp. 13-14.
- (1996b), “La imagen deseable de las ciencias naturales”, en *Cuadernos de Actualización*, núm. 11, UPN, México.
- CANDELA, María Antonia (1993), “Investigación y desarrollo en la enseñanza de las ciencias naturales”, en *Documento DIE*, núm. 24, México CINVESTAV, IPN, pp. 1-21.
- (1991), “La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental”, *Tesis DIE*, 7, México, CINVESTAV, IPN.
- DÍAZ BARRIGA, Frida y Gerardo Hernández (1998), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*, México, McGraw Hill.
- DI SESSA, A. (1993), “Toward an epistemology of physics”, en *Cognition and instruction*, vol. x, núms. 2-3, pp. 105-225.
- DRIVER, Rosalind (1988), “Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias”, en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. VI, núm. 2, pp. 109-120.
- DRIVER, Rosalind, E. Guesne y A. Tinberghien (1989), *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*, Madrid, Morata.
- FLORES, Susana, M. Gisela Hernández y Guillermina Sánchez (1996), “Ideas previas de los estudiantes. Una experiencia en el aula”, en *Educación Química*, vol. VII, núm. 3, pp. 142-144.
- FLORES, Fernando (1997), “Enseñanza de la ciencia, concepciones de los alumnos y cambio conceptual”, en Guillermina Waldegg y David Block (coords.), *Estudios en didáctica*, México, COMIE, Grupo Editorial Iberoamérica, pp. 140-144.

- FREEDMAN, Michael P. (1997), "Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge", en *J. Res. Sci. Teach.*, vol. XXXIV, núm. 4, pp. 343-357.
- GARCÍA, J. Eduardo y Rosario Cubero (1993), "Perspectiva constructivista y materiales curriculares de educación ambiental", en *Investigación en la Escuela*, núm. 20, Sevilla, pp. 17 y 18.
- GIL PÉREZ, Daniel (1983), "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. I, num. 1, pp. 26-33.
- (1993), *Tendencias y experiencias innovadoras en la enseñanza de las ciencias*, México, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura/Popular.
- GIORDAN, A. y G. Vecchi (1994), *Les origines du savoir*, París, Delachaux et Niestlé.
- (1987), "Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. v, núm. 2, pp. 105-110.
- LEÓN, Ana Isabel (1986), "Un estudio experimental del aprendizaje de las ciencias naturales en la educación primaria desde una perspectiva constructivista", tesis de licenciatura en Química, México, UNAM.
- LEÓN, Ana Isabel y Norma Venegas (1993), "La enseñanza de las ciencias naturales y la formación docente en la educación básica", en *La escuela y las ciencias naturales* (memoria del seminario-taller), Morelia, Michoacán, México, pp. 57-69.
- MONTAÑEZ, S. José (1987), "Los experimentos en la escuela primaria: un inventario inicial", en *Centro Michoacano para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología*, Morelia, México.
- NUÑEZ, María de la Salud (1980), "Diagnóstico de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria", en *Informe de investigación*, México, DIE-CINVESTAV-IPN.
- PÉREZ GÓMEZ, Ángel (1995), "Aprendizaje, desarrollo y enseñanza", en A. Pérez Gómez y Julián Almaráz (comps.), *Lecturas de aprendizaje y enseñanza*, México, FCE-Paideia.
- PORLÁN Ariza, Rafael (1998), "Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias", en *Enseñanza de las ciencias*, 16 (1), 175-185
- PORLÁN, Rafael y Rosa Martín del Pozo (1996), "Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas", en *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 8, pp. 23-32.
- SARQUIS, Arlene y Jerry Sarquis (1993), *Descubre y disfruta la química*, México, Facultad de Química, Coordinación de Programas Académicos, UNAM, pp. 49-50 y 51-59.
- Secretaría de Educación Pública (1993), Plan y Programas de Estudio de Educación Primaria, México.
- (1996), *Libro para el maestro de física*, México.
- YAGER, Robert E. y J.E. Penick (1983), "Analysis of the current problems with school science in the USA", en *European Journal of Science Education*, vol. v, pp. 463-459.