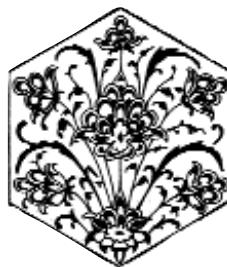


Las actividades experimentales en la escuela secundaria

MAYRA GARCÍA RUIZ*



El objetivo de este estudio fue caracterizar el uso y la relevancia que los profesores de secundaria otorgan a las actividades experimentales (AE) durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales (ECN). Se trabajó con una muestra de 50 profesores a los cuales se les aplicaron: un cuestionario piloto, dos cuestionarios definitivos y un guión semiestructurado para realizar sesiones en profundidad. Los resultados mostraron que los maestros presentan problemas para diseñar, encontrar y aplicar AE en sus clases; conjugar teoría y experimentación; acceder al laboratorio y desempeñarse adecuadamente en él, y atender los intereses y saberes de los alumnos. En conclusión, en este trabajo se considera que algunos de los problemas de la ECN podrían subsanarse, por una parte, con el mejoramiento de las condiciones del profesorado, y por otra, si se reconocen las bondades de las AE, ya que son éstas las que combaten la falta de interés por los contenidos científicos y generan una actitud positiva hacia la ciencia.

The purpose of this study was to characterize the use and relevance that secondary education teachers attach to experimental activities (actividades experimentales, AE) during the teaching-learning process of natural science (enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, ECN).

The representative sample included 50 teachers, to whom the authors applied one pilot questionnaire, two definitive questionnaires and a semistructurated summary in order to carry out in-depth sessions.

The outcomes showed that those teachers had serious problems to design, to find out and to apply AE in their teaching problems, and that it was difficult to them to marry theory and experimentation, to go to the lab and to act suitably in it and to respond to the interest and previous knowledge of the students.

The conclusions of this study are that some of the problems experienced by the teachers can be made up for by improving the teaching staff's knowledge conditions, on one hand, and on the other hand by giving to the AE the credit they deserve, since they are the only way to struggle against the lack of interest in scientific knowledge and to build up a positive attitude towards science.

Actividades experimentales/ Educación secundaria/ Enseñanza de la ciencia/
Actitudes/ Laboratorio/ Relación teoría-experimento
*Experimental activities / Secondary education / Teaching of science / Attitudes /
Laboratory experiments / Theory-experience connection*

INTRODUCCIÓN

En el actual plan de estudios de educación secundaria (SEP, 1993) se establece que este nivel de estudios debe contribuir a elevar la calidad de la formación de los estudiantes que han terminado la primaria, por medio de contenidos que respondan a las necesidades básicas de aprendizaje de la población joven del país y que sólo la escuela puede proporcionar.

Con respecto a la enseñanza de las ciencias naturales (ECN), los contenidos y la estructuración de los programas del área pretenden desarrollar en el estudiante la noción de la actividad científica como una herramienta para conocer la naturaleza, propiciando habilidades y capacidades para resolver problemas, estimular una aproximación más reflexiva del alumno, ofreciéndole la posibilidad de replantear sus conocimientos previos, adquiridos tanto en la escuela como fuera de ella (SEP, 1996).

Sin embargo, esto no siempre se logra, debido a la gran diversidad de problemas que subyacen a la ECN; por ejemplo, la escuela no concibe los conocimientos científicos como certezas provisionales, susceptibles de ser modificadas continuamente de acuerdo con el conocimiento que surge día con día (Gutiérrez Vázquez, 1982); los programas de estudio incluyen gran cantidad de contenidos, lo que ha conducido a que los docentes se preocupen más por cubrir la totalidad de los programas que por el aprendizaje de éstos (Piñón y Sánchez, 1999); en los profesores predominan concepciones empiristas sobre la ciencia

y su enseñanza, en las cuales los conocimientos científicos son considerados como verdades aisladas y el aprendizaje de éstos debe ser invariable (Flores, 1997); predomina una visión rígida con respecto al método científico, el cual es considerado como una serie de pasos o etapas que se deben seguir en orden estricto y de manera mecánica; prevalece una visión ahistórica en la cual no se establece un marco contextual sobre cómo fueron generados los conocimientos científicos (SEP, 1996); existe un gran desconocimiento por parte de profesores y alumnos del proceso de producción de conocimiento científico (Ruggieri *et al.*, 1993), y una gran dificultad para entender y explicar conocimientos científicos (Guillén, 1994).

Empero, uno de los mayores problemas —a juicio de la autora— es que durante el proceso de enseñanza-aprendizaje no se les da la debida utilidad y relevancia a las actividades experimentales (AE) como estrategias para coadyuvar a la construcción del conocimiento científico. Esto se debe a diferentes factores, tales como la falta de laboratorio o equipo que impide llevarlas a cabo y el desconocimiento, por parte de los profesores, del uso adecuado del laboratorio y de las medidas de seguridad y primeros auxilios inherentes a ello (Calixto, 1996; García y Flores, 1999). Ahora bien, cuando las AE son llevadas a cabo, se circunscriben a los experimentos del libro (Candela, 1993), los cuales están diseñados de tal forma que no permiten opciones alternativas, las preguntas son generadas para que el alumno responda lo esperado (que por ello viene en el libro), de otra manera se considera errónea su respuesta; tampoco se da la opción de que el alumno elabore su propio cuestionamiento y por

* Investigadora de la Universidad Pedagógica Nacional
mayragarcia Ruiz@latinmail.com y mayarr@ajusco.upn.mx

tanto, no se propicia un análisis o discusión de lo observado en los experimentos. Asimismo, los cursos no incluyen AE en las que el alumno pueda identificar y definir un problema, proponer procedimientos, recoger e interpretar resultados o tomar alguna decisión (Yager y Penick, 1983). También, es común —sobre todo en las escuelas secundarias y preparatorias en México— que la teoría y la experimentación de las ciencias naturales (CN) sean dos procesos diferentes, considerados en espacios separados, y se asigne menor tiempo para el trabajo de laboratorio. Es de notar que los mejores esfuerzos para realizar estos dos procesos juntos no han sido suficientes y las AE son relegadas a un segundo plano; la consecuencia de ello se ve reflejada, tanto en la manera en la que los profesores de CN evalúan (Flores *et al.*, 2000), como en las actitudes poco favorables hacia las disciplinas científicas.

Quizá sea por este tipo de situaciones que, a pesar de que se ha hecho énfasis en lo importante del trabajo de laboratorio en la escuela secundaria, los resultados han sido complejos y en algunos casos problemáticos (Donnelly, 1998). Asimismo, ha sido criticado el lugar que ocupa en la ECN, tendiendo a reenfocar el uso de las AE (Hodson, 1996).

Por otra parte, es de notar que la mayoría de las investigaciones de las últimas dos décadas se centran en los alumnos y los estudios sobre los profesores son limitados, sobre todo de profesores de nivel medio; así tenemos que gran parte del trabajo se ha centrado en probar modelos para la instrucción, otra parte en explorar estrategias para aprender a aprender, en el diseño de estrategias cognitivas aplicadas a contenidos curriculares (véase Azuara, 1999), otros

más se han ocupado de estudiar las formas como el profesor comunica conceptos y sus significados a los estudiantes y cómo esto influye en el aprovechamiento de los alumnos en los cursos de ciencia (Gutiérrez Marfileño, 1998), algunos otros estudios se han ocupado de investigar las creencias epistemológicas (Hashweh, 1996) y las creencias acerca de la filosofía de la ciencia (Gallagher, 1991); unos pocos más se han dedicado a investigar sobre las concepciones de los profesores en diversas temáticas tales como algunos conceptos biológicos (Yip, 1998), las concepciones de la naturaleza de la ciencia (Lederman, 1992) y las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje (Aguirre *et al.*, 1990; Flores *et al.*, 2000).

Sin embargo, las actitudes y nociones que los profesores tienen sobre las AE y como son utilizadas en la ECN han recibido poca o nula atención; al parecer los maestros las utilizan durante su práctica, de manera rutinaria, sin estar conscientes de las bondades de las AE, por lo que cabe preguntarse: ¿el maestro de CN tiene claro lo que es una actividad experimental?, ¿el maestro de CN sabe cómo y cuándo utilizar las AE para propiciar el aprendizaje significativo?, ¿qué dificultades enfrentan los profesores de secundaria para llevar a cabo AE durante la ECN?, ¿qué actitudes hacia las AE manifiestan los profesores de secundaria?, ¿qué actividades, recursos y estrategias utiliza el maestro en clase para propiciar la construcción del conocimiento científico?

Para tratar de dar respuesta a estas preguntas, en este estudio se planteó como objetivo caracterizar el uso de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela

secundaria.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se analiza el uso de las AE en la ECN que destaca en un grupo de profesores de escuelas secundarias diurnas de la ciudad de México.

Para lograr el objetivo planteado y con el propósito de describir las características más relevantes del problema a estudiar, se generaron diferentes tipos de instrumentos de recolección de datos, y se trabajó con una muestra dirigida de profesores de secundarias públicas.

POBLACIÓN OBJETIVO

Se seleccionó una muestra de 50 profesores de secundaria. Estos profesores, durante el desarrollo de la investigación, estuvieron inscritos en alguno de los programas de posgrado del área de CN de la Universidad Pedagógica Nacional, a saber: la Maestría en Desarrollo Educativo, línea ECN, y las especializaciones en Laboratorios para la ECN y en Educación Ambiental. A estos profesores les fueron aplicados los instrumentos de recolección de datos que se detallan posteriormente.

La delimitación de la muestra participante en esta investigación se llevó a cabo a partir de dos discernimientos. El primero de ellos fue aquellos profesores de educación secundaria que expresaron el deseo de colaborar con este estudio de investigación, una vez que se les había explicado los objetivos y la relevancia del problema a tratar y, el segundo, de los profesores que aceptaron participar, se seleccionaron únicamente aquellos que impartían alguna o algunas de las asignaturas del área de CN (Biología, Química y Física).

De esta manera la muestra definitiva

quedó constituida por 50 profesores de CN de secundaria, de los cuales 26 pertenecían al género femenino y 24 al género masculino.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos diseñados para la presente investigación fueron los siguientes: un cuestionario piloto; dos cuestionarios definitivos con reactivos de respuesta libre y de preguntas cerradas con tres categorías de respuesta, respectivamente, y un guión semiestructurado para las sesiones en profundidad (véase anexo 1).

El cuestionario piloto fue aplicado a una muestra de 16 profesores de CN de secundaria que aceptaron participar, de manera casual resultaron 8 personas del sexo femenino y 8 personas del sexo masculino. Los resultados emanados de estos cuestionarios sentaron las bases para la elaboración de los cuestionarios definitivos y el guión de las sesiones en profundidad.

Los cuestionarios definitivos fueron de dos tipos. El primero de ellos estuvo conformado por 16 preguntas abiertas en las que se incluyeron cuestiones relacionadas con las nociones que los profesores tienen sobre las AE, para qué las utilizan, cuándo y dónde las llevan a cabo, la relevancia y el beneficio que les aporta para su práctica docente, si cuentan con laboratorios en sus escuelas, la programación y planeación de las AE, las formas de enseñanza mediante el análisis de las actividades, recursos y estrategias que utilizan en clase, así como el proceso de evaluación que realizan y los horarios y calendarios para llevar a cabo AE. El segundo cuestionario consistió en una escala tipo Likert (Hernández *et al.*, 1998; Kerlinger, 1981) de sólo tres

opciones —“acuerdo”, “desacuerdo” e “indecisión”— y constó de 25 reactivos. Con este cuestionario se pretendían investigar aspectos referentes a la imagen y la opinión sobre las AE en la ECN y las actitudes de los profesores hacia estas actividades y hacia el trabajo de laboratorio, mediante las creencias descriptivas sobre ello.

Otra fuente de información la constituyeron las sesiones en profundidad que consistieron en lo siguiente. Se reunieron grupos de 4 a 8 profesores con quienes se trabajó en torno a la problemática de esta investigación, esto es, las actividades experimentales y la ECN. Durante las sesiones, a partir del guión, se hicieron preguntas abiertas, se pidieron opiniones, se intercambiaron puntos de vista, se discutieron casos y se analizó bibliografía específica referente a los temas a tratar, con el objetivo de complementar, ampliar y fortalecer la información de los dos primeros instrumentos. Los temas de discusión y las preguntas fueron encaminados a la exploración de sus conocimientos, actitudes e ideas sobre: *a*) la ECN y las nuevas tendencias y *b*) las AE y su relación con la ECN. En estas sesiones se les pidió a los profesores que describieran, analizaran y argumentaran sus participaciones y sus respuestas. La duración de las sesiones fue de 150 a 180 minutos por sesión y se llevaron a cabo un promedio de ocho sesiones por grupo de profesores.

Finalmente, tomando en cuenta la relevancia que tiene el obtener resultados estables, el diseño y la elaboración de los instrumentos utilizados en este estudio trató de realizarse de manera cuidadosa, con un sustento teórico y sometiéndolos a la revisión de dos expertos. Asimismo, como un criterio más de validación, fue

aplicada la encuesta piloto.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

La información obtenida mediante los instrumentos aplicados fue organizada y clasificada en categorías para su análisis. Se obtuvieron los porcentajes correspondientes y con ellos se llevaron a cabo arreglos de datos tabulares y gráficos.

En el caso del segundo cuestionario y considerando que la escala de Likert puede ser analizada como escala intervalar, los reactivos fueron analizados en forma global obteniendo porcentajes de respuesta y utilizando medidas de tendencia central, con el objetivo de advertir las tendencias de las actitudes de los profesores.

Para el caso de las sesiones en profundidad se realizó un análisis cualitativo general del contenido de la información emanada de cada sesión —de acuerdo con lo propuesto por Krippendorf en 1982 (citado en Hernández *et al.*, 1998)—, por medio del establecimiento de unidades de análisis (las palabras —AE y prácticas—, el tema —las AE y la ECN— y los ítems —respuestas referentes a las AE—) y de categorías (de tópico —tema tratado en la sesión—, de dirección —cómo fue tratado el tema, de manera favorable o desfavorable— y de valor —la relevancia que los profesores otorgan al tema tratado).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en cuatro partes: en la primera de ellas un apartado de información general sobre los profesores, en la segunda parte los resultados del primer cuestionario aplicado, en la tercera parte, se incluye la información

obtenida mediante el cuestionario de tres categorías de respuesta y en la última, la información derivada de las sesiones en profundidad.

INFORMACIÓN GENERAL

De los 50 profesores encuestados, 26 pertenecían al género femenino y 24 al masculino, lo que muestra un ligero predominio del femenino sobre el masculino en el ejercicio docente del nivel medio básico.

En el cuadro 1 se muestra la formación profesional de los profesores participantes en la muestra. Es de notar que únicamente 21% de los profesores universitarios están titulados; esto se debe a que sólo se requiere 75% de créditos de la carrera para poder impartir clases en secundaria. Asimismo, el porcentaje de profesores con posgrado es muy bajo; en el caso de los profesores normalistas sólo 5% posee estudios de especialización y ninguno posee estudios de maestría, y en el caso de los profesores universitarios 4% tiene estudios de maestría y ninguno tiene estudios de especialización.

CUADRO 1 • Formación profesional de los profesores encuestados (n=50)				
Normalista (n=21)		Universitaria (n=29)		
Titulados	Con posgrado	Pasantes	Titulados	Con posgrado
100%	5%	79%	21%	4%

En el cuadro 2 se muestran las diferentes carreras cursadas por los profesores con formación universitaria. En ese cuadro es posible observar algunos aspectos importantes, tales como el que los profesores que están impartiendo las asignaturas del área científica en educa-

ción media básica tienen gran diversidad disciplinaria, desde Odontología hasta Administración Educativa, con todas las consecuencias que esto implica en la ECN. Es de notar también que la mayoría de los profesores de esta muestra son dentistas, seguidos por los biólogos. La razón de ello, como los propios profesores manifestaron, se debe en el caso de los dentistas a que la docencia les representa un ingreso seguro y constante, lo que no siempre tienen en sus consultorios particulares. En el caso de los biólogos el problema que se les presenta es que hay pocas ofertas de trabajo y que se necesitan estudios de posgrado (maestría y doctorado) para poder acceder a ciertos trabajos.

CUADRO 2 • Área de formación de los profesores universitarios (n=29)	
Licenciatura	Porcentaje (%)
Odontología	24
Biología	18
Química	17
Químico-Fármaco-Biólogo	7
Medicina	7
Medicina Veterinaria y Zootecnia	7
Educación Básica	4
Administración Educativa	4
Psicología	4
Ingeniería Agrícola	4
Física	4

En el cuadro 3 se muestran los resultados con respecto al número de alumnos y de grupos que atienden los profesores de secundaria participantes en este estudio. En este cuadro se muestra que cada profesor en promedio atiende ocho grupos y 283 alumnos. Como es posible notar, tanto el número de alumnos como el número de grupos por profesor es consi-

derablemente alto.

CUADRO 3 • Promedio y rango de alumnos y de grupos atendidos por cada profesor

Por profesor	Promedio	Rango
Alumnos	283	80-600
Grupos	8	2-12

Respecto a los grados y las asignaturas que los profesores imparten, se encontró que la mayoría de los profesores imparten de una (46%) a dos (40%) asignaturas y un bajo porcentaje (14%) imparte las tres asignaturas del área de CN (Biología, Química y Física).

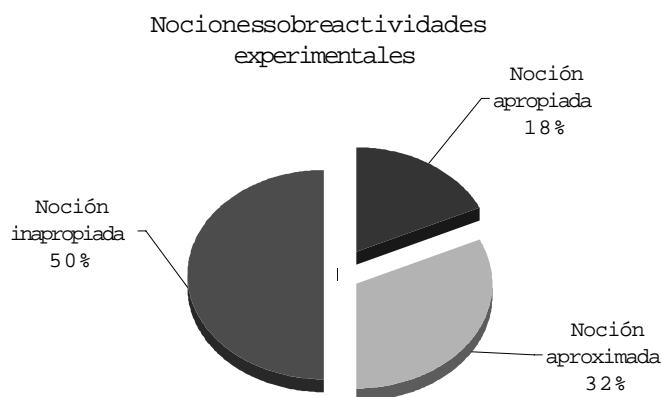
CUESTIONARIO DE RESPUESTA LIBRE

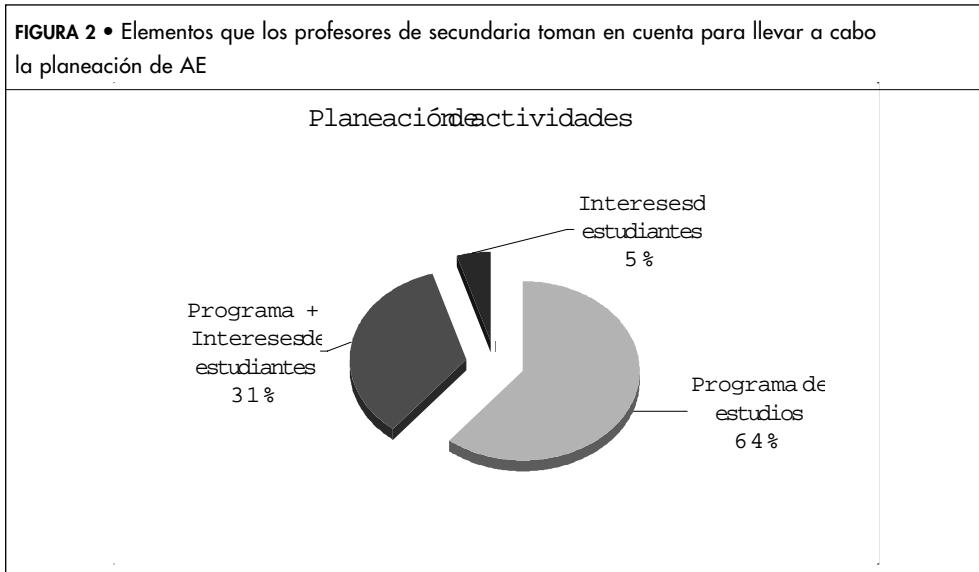
Los resultados obtenidos mostraron lo siguiente: de los profesores encuestados tan solo 18% tiene claro qué son las AE; 32% posee nociones aproximadas; el restante 50% posee nociones inapropiadas o incorrectas (véase figura 1); dentro de éstas son de notar dos grupos, el que

manifestó explicaciones tautológicas (16% de los profesores encuestados), como por ejemplo “las AE son aquellas en las que se realizan experimentos”, y el que no hace distinción entre las AE y las prácticas (14%), como por ejemplo “las AE son aquellas donde los alumnos conocen el material de laboratorio y aprenden a utilizarlo”; esto indica que los profesores encuestados no tienen clara la diferencia entre lo que es un experimento y lo que es una práctica; aunque la mayoría reconocen que no son lo mismo, no les fue posible establecer las diferencias entre ellas. El porcentaje restante (20%) lo constituyeron los profesores que no contestaron.

Con respecto a la finalidad del uso de las AE en la ECN (cómo, cuándo, para y por qué utilizarlas), 82% expresaron que la finalidad de las AE es comprobar la teoría que se imparte en clase, mientras que solamente 4% de los docentes respondieron que las AE se utilizan para que los alumnos puedan comprender mejor los fenómenos de la naturaleza, construir su propio conocimiento científico y despertar el interés por las CN. El restante 14%

FIGURA 1 • Gráfica de pastel que muestra las nociones que tienen los profesores de secundaria sobre las actividades experimentales





no hacen uso de ellas y minimizan su relevancia en la ECN debido a que no tienen muy claro qué son o para qué podrían utilizarlas.

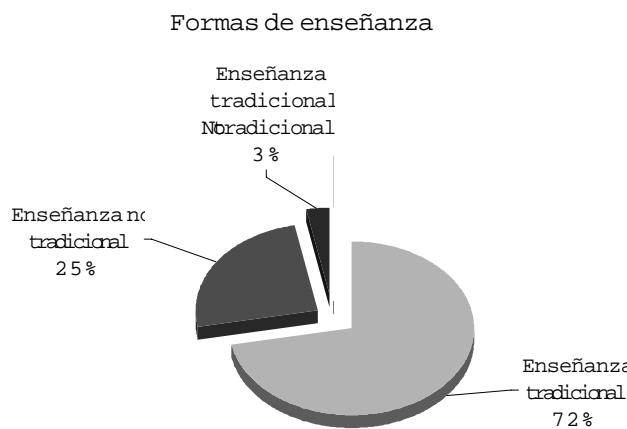
Los resultados mostraron también que en la mayoría de las escuelas secundarias donde laboran (61%) existen laboratorios ya sea de física, química o biología, por lo que los profesores manifestaron sí contar con un área destinada a realizar AE; 39% de los casos no cuentan con un laboratorio, o bien no pueden disponer de él y es de notar que de ese 39% sólo 5% de los profesores lleva a cabo AE, a pesar de no contar o de no disponer de un laboratorio.

Por otra parte, 78% de los estudiantes encuestados solicitan al docente realizar AE durante las clases. Esto se relaciona con la planeación de actividades por parte de los profesores. Los resultados se muestran en la figura 2, en donde es posible apreciar que 64% de los docentes se basan únicamente en el programa de estudios para llevar a cabo la planeación de las AE durante todo el ciclo escolar; 36% toman en cuenta tanto el interés de los

estudiantes como el programa de estudios y de este porcentaje, sólo 5% consideran mayormente el interés de los estudiantes, esto es, se basan más en las solicitudes de los estudiantes que en las actividades que sugiere el programa.

Con respecto a las formas de enseñanza, analizadas mediante las estrategias y recursos didácticos utilizados por los profesores, se encontró lo siguiente (véase figura 3): 72% imparte su clase de manera tradicional, entendiéndose por ello que en su mayoría las clases son expositivas, el uso de materiales escritos como los libros de texto es utilizado como única fuente de información, los experimentos comúnmente son demostrativos, sin dar oportunidad al alumno de cuestionar y sugerir, o bien, con el objetivo único de verificación; las actividades durante la clase son las recomendadas por el libro de texto y trabajan con los recursos disponibles en la escuela; mientras que 25% de los docentes procuran impartir sus clases de manera no tradicional, esto es, mediante menor número de clases expositivas, la utilización de otro tipo de materiales escritos

FIGURA 3 • Formas de enseñanza que los profesores de secundaria llevan a cabo durante sus clases de ciencia

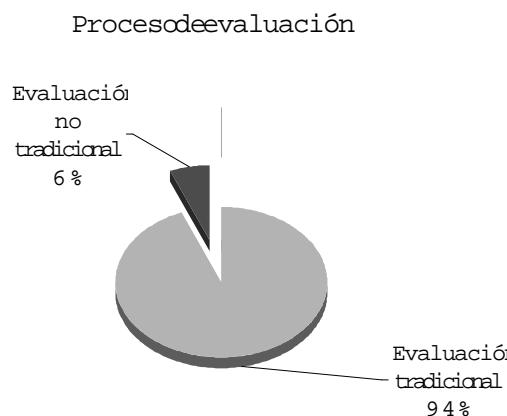


como artículos de revistas de divulgación de la ciencia, otros libros que no vienen referidos en el programa, inclusive videos de documentales científicos; las AE son realizadas por los alumnos con el objetivo de cuestionar, reflexionar y redescubrir, se propicia la discusión en los alumnos y se confrontan sus ideas previas, utilizan recursos más allá de los disponibles en la escuela, o bien se sustituyen con la finali-

dad de que los estudiantes aprendan y se apropie de diversos elementos que les permitan conocer mejor su entorno. Tan sólo 3% combinan ambas formas de enseñanza, de acuerdo con las condiciones que se les presentan.

En la figura 4 se muestra la información obtenida referente al proceso de evaluación. Éste resultó ser en todos los casos tradicional —se evalúa a los alumnos

FIGURA 4 • Porcentajes del tipo de evaluación que llevan a cabo los profesores de CN del nivel medio básico



mediante un reporte de la práctica—; empero, se encontró un dato interesante: 6% de estos profesores consideran en su proceso de evaluación, además del reporte, las habilidades en el manejo y utilización del material, así como algunos aspectos actitudinales durante el desarrollo del experimento.

Con respecto a los horarios y calendarios para efectuar AE, se encontró lo siguiente: de todos los profesores que imparten alguna materia relacionada con las CN, 42% consideran que la realización de las AE no puede estar supeditada a un horario y calendario establecidos, por lo que su uso va acorde con los temas a desarrollar; mientras que 58% se basan estrictamente en los horarios y calendarios establecidos por el programa y la escuela.

CUESTIONARIO CON TRES CATEGORÍAS DE RESPUESTA

En esta parte se describe cómo los profesores entienden el lugar del laboratorio en la ECN, las opiniones y las actitudes hacia las AE y su relación con la ECN.

Debido a que los temas de CN son comprendidos en términos de dos categorías básicas: teoría y experimentos (o prácticas, ya que como se mencionó arriba, muchos de los profesores no hacen distinción entre ellos), se encuestó a los profesores a este respecto y lo que se encontró fue que poco menos de la mitad (40%) de los docentes le da mayor importancia a la teoría que a los experimentos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las CN (aunque esto no fue confirmado en las sesiones en profundidad), lo cual resulta paradójico, ya que la mayoría (93%) manifestó que las AE son una buena estrategia didáctica para

la ECN, que son fundamentales para la construcción del conocimiento científico (88%) y que entre más experimentos se realicen, mejor se entiende la teoría (76%). Inclusive, casi todos los profesores de la muestra (94%) estuvieron de acuerdo en que las CN progresan gracias a las AE; empero es relevante mencionar que esto lo enfocaban hacia el trabajo que realizan los científicos y no lo vinculaban con su práctica docente.

En lo referente al laboratorio, una buena proporción de docentes (73%) manifestaron que en la secundaria es indispensable un laboratorio bien equipado para poder llevar a cabo AE, de otra manera no es posible realizar experimentos. En ese orden de ideas, 72% de los docentes consideran que, para que los alumnos se apropien del conocimiento científico y lo puedan relacionar con su vida cotidiana, es muy importante el material y equipo que se emplean para efectuar experimentos.

Por otra parte, una pequeña proporción de los profesores (14%) manifestó llevar a cabo solamente las AE que sugiere el libro de texto (mientras que en el primer instrumento la mayoría manifestó lo contrario). Sin embargo, como se verá después, la mayoría de los docentes argumentaron que por falta de tiempo y de material, y por atender muchos grupos y muy numerosos, no realizan AE diferentes a las sugeridas por el libro.

Algo similar se encontró con respecto a realizar las AE que proponen los alumnos; los docentes manifestaron (93% de ellos) que el profesor no debe ser el único que proponga los experimentos a realizar en clase, que es muy importante que los alumnos lleven a cabo sus propuestas y que sean ellos quienes siempre realicen los experimentos; sin embargo, esta infor-

mación no confirma lo expresado en el primer instrumento ni lo manifestado en las sesiones en profundidad, lo que indica que en los hechos la mayoría de los docentes no toman en cuenta las propuestas de sus alumnos.

Con respecto a la información referente a los experimentos, la mayoría de los docentes (70%) manifestaron que es fundamental que el alumno cuente con toda la información (incluyendo los resultados a obtener) antes de realizar el experimento, inclusive manifestaron que era más importante que el alumno llegase a los resultados correctos, que el proceso mismo de la experimentación. Esto confirma el hecho de que los profesores no poseen nociones muy claras sobre el uso de las actividades experimentales en la ECN.

Finalmente, el análisis global de este instrumento mostró una tendencia no muy positiva hacia las AE. En términos generales, los profesores participantes en este estudio manifestaron actitudes poco favorables hacia las AE y hacia su uso en la ECN.

Sin embargo, aunque a primera vista las actitudes hacia las AE no son muy favorables, el panorama no es tan desalentador debido a que se encontró un dato muy interesante (que fue confirmado en las sesiones en profundidad): la mayoría de los profesores (83%) reconocen la relevancia y las ventajas que les proporciona a los alumnos el uso de las AE en su proceso de aprendizaje y en el desarrollo del ingenio, la creatividad, de habilidades y de destrezas con las que deben contar (esto fue confirmado con los tres instrumentos aplicados); algunos (64%) reconocen, además, el beneficio que les representa a ellos como docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como el

que las AE les facilitan despertar en los alumnos el interés por las CN y generar el entusiasmo por el uso del material y equipo utilizados en el laboratorio.

SESIONES EN PROFUNDIDAD

De estas sesiones se extrajeron los comentarios y opiniones de los profesores de CN de secundaria sobre las AE y su relación con la ECN.

Un resultado que llama la atención fue el siguiente: los profesores con formación normalista narraron que egresaron del sistema educativo sin llevar a cabo AE durante su carrera; la mayoría de ellos menciona que jamás incursionó en el laboratorio, a pesar de que se contaba con ellos en la Normal Superior. Una pequeña proporción de maestros menciona que sí los llevaron a conocer el laboratorio, pero que nunca hicieron experimentos en él, lo que trajo como consecuencia que en los primeros años de su labor docente evitaran realizar actividades experimentales; posteriormente llevaban a cabo sólo los experimentos sugeridos por el libro y no se aventuraban a realizar otras AE, debido a que sentían cierto temor, por no poder responder a las preguntas de sus alumnos, o bien porque a veces no salían los experimentos tal y como se esperaba. El problema parece que inicia en la formación de profesores tal que no les permite desempeñar de manera óptima su labor docente.

Los profesores con formación universitaria en alguna disciplina científica comentaron que sí realizaron AE durante su carrera, que sí hicieron uso de los laboratorios de sus facultades o escuelas, sin embargo les resulta difícil realizar experimentos con sus alumnos. Un ejemplo de ello lo muestra el caso que comentó una

de las profesoras en cierta sesión: "Se me dificulta mucho explicar el fenómeno de la fotosíntesis, ya que es un concepto muy complicado y complejo, pero no sé qué experimento podría llevar a cabo en clase para que mis alumnos entiendan la fotosíntesis".

Como es posible notar, a la profesora se le dificulta el concepto en sí mismo, por tanto le resulta complicado enseñarlo y más aún diseñar un experimento para explicarlo.

Según los profesores, la dificultad para llevar a cabo AE se relaciona con diversos factores, entre los que destacan la falta de formación adecuada, el excesivo número de grupos y por ende de alumnos (ver apartado de datos generales). Estos factores (como los propios profesores manifiestan) impiden el desarrollo óptimo de la práctica docente, ya que se requiere de esfuerzo y tiempo extra para preparar las clases con AE, para la organización del material y para la posterior evaluación, tiempo con el que no cuentan, porque generalmente trabajan más de un turno.

Cuando se preguntó a los profesores por los elementos que tomaban en cuenta para la planeación de las AE (los intereses de los alumnos, sus propios intereses, el programa del curso, etc.), la mayoría respondieron que primordialmente tomaban en cuenta el programa (lo cual confirma los datos del primer instrumento aplicado). La razón de ello es la falta de tiempo, ya que su preocupación principal es concluir el programa, como lo exemplifica una de las profesoras, quien mencionó lo siguiente: "Algunas veces tomo en cuenta los intereses de los alumnos, pero la mayoría de las veces tomo en cuenta el programa; todo depende del grado de angustia que sienta al considerar que voy atrasada en los

contenidos".

Por otra parte, los profesores argumentan que la falta de recursos y facilidades para acceder al laboratorio, los programas de contenidos extensos y una actitud poco favorable hacia las CN han conducido a minimizar las AE en la práctica docente. Con respecto a esta actitud poco favorable hacia las CN, los profesores reconocen que a veces no tienen una buena actitud debido a: *a)* que son difíciles de explicar algunos fenómenos de la naturaleza; *b)* la manera como se las enseñaron, y *c)* las experiencias vividas durante su formación y durante su práctica docente con relación a las CN.

Cuando los profesores fueron cuestionados respecto a la utilidad y relevancia de las AE en las clases de CN, los profesores opinaron que las AE les permitían reflexionar sobre procedimientos, habilidades y actitudes que desde su asignatura pueden desarrollar en sus alumnos para que ellos puedan aprender de manera significativa los contenidos que se pretende enseñar, y al mismo tiempo se logren los objetivos y cubrir todo el programa. Asimismo, consideran que las AE son importantes para que los estudiantes comprendan mejor los fenómenos que ocurren en su entorno. Esto muestra que los docentes están conscientes de las bondades de las AE, aunque no las realicen frecuentemente con sus alumnos por las razones arriba mencionadas. Inclusive un profesor sugirió lo siguiente: "Debe haber participación de las autoridades educativas en cuanto al apoyo logístico que permita el uso máximo del laboratorio, que las autoridades crean en la ciencia y por ende en la tecnología, y los profesores y laboratoristas tengan 'ganas de hacer'".

A la pregunta sobre si hay un inter-

cambio académico entre los profesores, es decir, si se consultan sus dudas o si comentan sobre los temas de CN, o sobre la realización de experimentos, etc., los profesores respondieron lo siguiente:

- “Generalmente no se cuenta con el tiempo para ello.”
- “Los compañeros tienen las mismas dudas que yo o más.”
- “Es muy difícil aceptar el ‘no lo sé’ ante otros compañeros.”
- “Es ponerse en evidencia con los compañeros.”
- “Temor a respuestas como: ‘eres maestro y no lo sabes’.”
- “Hay maestros egoístas a quienes no les gusta compartir; por eso no se da el intercambio.”
- “El intercambio sólo se puede dar si somos amigos porque nos tenemos confianza y podemos reconocer que no sabemos algunas cosas.”
- “A mí me tocó solamente cuando ocurrió la reforma en 1974, en que se enseñaba por áreas; entonces sí se compartió información entre los biólogos, físicos y químicos. Después de eso ya no”.

Estas respuestas evidencian los mitos que todavía persisten en algunos de los docentes que consideran que el buen profesor debe saberlo todo.

Sin embargo, el reconocer los elementos que impiden el intercambio académico, aunado a las discusiones de la bibliografía revisada y el escuchar las opiniones, preguntas e ideas de los otros profesores, produjeron cambios muy positivos en los participantes del estudio. Por una parte, mejoraron sus opiniones en cuanto al uso y la relevancia de las AE en la ECN, reconociendo la necesidad de incrementar la

comprensión de los contenidos científicos; por otra, fueron capaces de externar preguntas de manera más segura, de manifestar desacuerdos abiertamente y de establecer relaciones más estrechas entre colegas.

Con respecto al cuestionamiento de la exploración de las ideas previas y la inclusión de las AE en el aula como tendencias contemporáneas en la ECN, los profesores manifestaron de manera general la importancia de explorar estas ideas con el objetivo de saber qué piensan y qué saben los alumnos, así como la importancia de llevar a cabo AE no sólo en el laboratorio, sino también en el aula. Sin embargo, argumentaron que no se cuenta con suficiente tiempo para ello, debido a que se tiene que concluir con los contenidos del curso. Un caso particular fue el de un profesor que dijo lo siguiente:

Una vez se me fue toda la clase tratando de explorar las ideas previas de mis alumnos. Además hubo mucha desorganización: los alumnos se desviaban del tema que yo quería tratar en clase, así que no lo volví a intentar, aunque me parece importante que se haga; quizás necesitamos preparación para ello. En cuanto a las AE, a veces el grupo se desorganiza mucho y no se puede controlar, en ocasiones los alumnos se cambian de mesa para ver lo que están haciendo sus compañeros o para ver qué les está saliendo del experimento y por eso no terminan el suyo, o bien otros alumnos aprovechan para platicar mucho. Por eso no me agrada mucho realizar las AE, aunque en secundaria se tienen que hacer.

La problemática de este profesor parece radicar en no poder controlar el grupo y en no poder guiar este tipo de actividades de manera apropiada para que los

alumnos se interesen en el tema.

Finalmente, los profesores manifestaron los elementos que consideran importantes para mejorar la ECN:

- Tener más experiencia en cuanto al trabajo del laboratorio.
- Mayor motivación para trabajar.
- Mayor conocimiento para poder impartirlo a los alumnos.
- Mayor conocimiento sobre las materias del área de CN y del laboratorio aplicado a cada una de las materias.
- Mayor conocimiento del uso de los materiales y equipo del laboratorio.
- Grupos menos numerosos.
- Mayor intercambio de experiencias con otros maestros.
- Mayor información sobre reactivos para realizar prácticas.
- Mayor información para sustituir prácticas que a veces no se pueden hacer.
- Conocer prácticas más llamativas para los alumnos.
- Visitar laboratorios de investigación científica para conocer instalaciones, el uso de materiales, etcétera.

El análisis de los elementos planteados por los docentes permite inferir que parte de la problemática que subyace a la ECN radica en los programas de formación y actualización de profesores.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación caracterizan el uso de las AE en la escuela secundaria mediante las nociones y actitudes que poseen los profesores, así como por las dificultades con las que se enfrentan para llevar a cabo experimentos durante el proceso de enseñanza de las

ciencias naturales.

INFORMACIÓN GENERAL

Los resultados de este estudio mostraron que la formación de los profesores de secundaria que imparten clases de CN puede ser normalista o universitaria y que sólo un bajo porcentaje de los profesores con formación universitaria está titulado (véase cuadro 1); más aún, estos profesores poseen gran diversidad disciplinaria —en algunos casos distante de la asignatura que imparten— con una heterogeneidad teórica que, como ya ha sido reportado, tiene implicaciones importantes en la práctica docente (Zarzar, 1988). A esto se agrega que los profesores tienen gran carga académica, muchos grupos y muy numerosos. Investigaciones previas han mostrado que la formación académica, el área de formación, la experiencia y el grado académico del profesor, así como el tamaño del grupo, son factores relevantes que inciden directamente en el rendimiento escolar (véanse Finn y Achilles, 1990; Caballer *et al.*, 1994; Darling-Hammond, 2000, entre otros).

CUESTIONARIO DE RESPUESTA LIBRE

Con respecto a los resultados obtenidos del instrumento de respuestas libres, es importante mencionar que el principal interés se enfocó en cómo los profesores de CN entienden las AE, el lugar que ocupan en la ECN, cómo construyen su trabajo docente en términos del trabajo teórico y el trabajo práctico en relación con sus alumnos, y cómo el trabajo de laboratorio es influenciado por factores institucionales y materiales.

Uno de los problemas que emerge gracias a este instrumento es el hecho de que para la mayoría de los profesores de nivel

medio básico las AE sirven para que los alumnos comprueben lo visto en las clases teóricas, en lugar de averiguar sus hipótesis y construir sus propias explicaciones de los fenómenos de la naturaleza. Quizá el origen de esto se encuentre en que no se tiene claridad sobre lo que es un experimento. Para no seguir fomentando lo anterior, se requiere, en primer lugar mejorar los programas de formación y actualización de maestros y, en segundo lugar, como Pessoa (1998) enfatiza, de un cambio en el enfoque metodológico de la experimentación en la enseñanza de la ciencia, en el cual la visión de la enseñanza sea el tomar en cuenta las estructuras lógico-conceptuales de los alumnos y así proporcionarles las condiciones para que ellos pasen de un conocimiento espontáneo a la construcción de un conocimiento científico y sistematizado, lo cual ya había sido planteado por Bachelard hace varias décadas (1938, en Pessoa, 1998): “no se trata de adquirir una cultura experimental, sino, más precisamente, de cambiar de cultura experimental”. Por tanto, es importante reconocer que no se trata de incluir actividades experimentales, sin ningún fundamento teórico, sino de que mediante ellas se obtenga un buen desarrollo de los aprendizajes y, por tanto, la construcción del conocimiento científico.

Otro problema que enfrentan los docentes de secundaria se refiere a la dificultad para acceder al laboratorio y en consecuencia para tratar de incluir AE en sus clases de CN. Ello parece estar estrechamente relacionado con la falta de conocimiento de estas actividades y con una formación y actualización deficientes —como se manifestó con gran énfasis en las sesiones en profundidad—. Durante la formación de los profesores de CN, no

se les incluye el desarrollo de AE, por lo que tienden a relegarlas o inclusive ignorarlas en el desempeño de su práctica docente (Azcárate y Borge, 1999). Asimismo, existe en los profesores un gran desconocimiento sobre el uso y mantenimiento adecuado del laboratorio. Por parte de las autoridades de la escuela o del responsable del laboratorio, existe gran temor de que el equipo y material no se usen apropiadamente y surjan accidentes entre los alumnos, lo que hace aún más difícil la tarea de los profesores.

Por otra parte, aunque los profesores de secundaria reconocen la importancia de realizar AE, la mayoría de ellos imparten su clase y evalúan de manera tradicional, se basan principalmente en el programa de estudios y se supeditan a los horarios establecidos para realizar experimentos, por lo que no toman en cuenta los intereses y saberes de sus alumnos, ni desarrollan AE en el aula (véanse figuras 2 a 4); aparentemente se olvida que en la planeación de las actividades debe unirse la enseñanza con el aprendizaje. Más aún, se olvida que el proceso de evaluación no debe ser establecido como una práctica rígida en la que el profesor es quien decide si el alumno aprendió o no lo que le fue enseñado; no se toman en cuenta las tendencias actuales en la evaluación, en las que se incluyen aspectos actitudinales, globalizadores, holísticos, conceptuales, procedimentales, de evaluación continua y de autoevaluación cuyo propósito principal es mejorar la calidad del aprendizaje (Mendoza, 2001).

CUESTIONARIO CON TRES CATEGORÍAS DE RESPUESTA

Los resultados de este instrumento mostraron que más de la mitad de los profe-

sores le dan mayor valor a las clases de laboratorio, aunque en la práctica educativa cotidiana le dan prioridad a las clases teóricas y minimizan las clases experimentales. Quizá esto se deba a que, para los profesores, la organización de las clases y las AE están condicionadas por un patrón institucional rígido dependiente del periodo escolar. Por otro lado, podría pensarse que el trabajo de laboratorio proporciona a los docentes una mayor flexibilidad para guiar la comprensión conceptual en sus alumnos; empero según este estudio, parece que sucede todo lo contrario: muchos de los profesores manifiestan tensión durante las clases de laboratorio; esto confirma lo obtenido en previos trabajos como el de Donnelly (1998), realizado con profesores de secundaria en Inglaterra.

Ahora bien, en lo referente al equipo y material de laboratorio, la mayoría de los docentes opinó que en la educación secundaria es indispensable un laboratorio bien equipado; más aún, que de ello depende el que los alumnos puedan construir su conocimiento científico y lo relacionen con su entorno. Esto nos habla de que la ausencia de un laboratorio bien equipado es concebida por los docentes como un elemento limitante para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las CN y en algunos casos puede ser así, ya que se ha reportado que la falta de los recursos puede conducir a una falta de motivación en los maestros y en consecuencia, al aburrimiento y falta de interés en los alumnos (Gutiérrez Marfileño, 1998). Quizá el origen de estas convicciones radique en las inconsistencias que se han reportado previamente entre la visión que los profesores tienen de la enseñanza de la ciencia y su práctica docente (Bryan y Abell, 1999), ya que las creencias de los profesores

acerca del conocimiento científico en ocasiones pueden representar verdaderos obstáculos en el desarrollo de su práctica docente (Porlán y Martín del Pozo, 1996).

Por otra parte, los profesores emitieron una opinión positiva con respecto a que los alumnos realicen sus propias propuestas experimentales; sin embargo, como fue mostrado por los otros dos instrumentos aplicados, dentro de las acciones de clase esto no se lleva a cabo. Adicionalmente, los profesores manifestaron que lo más importante de las AE es que los alumnos lleguen a los resultados correctos y no el proceso mediante el cual se realiza la experimentación. Esto implica que los alumnos centren su atención en resolver lo que se les solicita y se olviden de buscar explicaciones a los fenómenos naturales; o bien que pierdan la oportunidad para formular los problemas que les inquietan y les interesa resolver, y si los alumnos deciden modificar la propuesta del profesor, éste último interpreta esta modificación como distracción o juego por parte de los alumnos (León y Solé, 1982). Este tipo de situaciones a largo plazo traen consecuencias graves, tales como que las actitudes de los alumnos sean cada vez menos favorables hacia la ciencia a lo largo de la escolarización (Kelly, 1986; Shrigley, 1990).

En términos generales, este instrumento mostró actitudes poco favorables hacia las AE, pues al parecer la enseñanza en el laboratorio les disgusta por diversas razones, entre las que podemos mencionar la tensión que les produce el realizar experimentos, la inseguridad en el manejo de los contenidos, el temor de no poder responder las preguntas de sus alumnos, el trabajo extra que implica, etc. Este tipo de hallazgos se comprenden cuando se

analiza la concepción errónea que tienen los profesores sobre la ciencia y los científicos (Ruggieri *et al.*, 1993) y que por consiguiente se tiene en las escuelas (Gil *et al.*, 1993). Las actitudes que los profesores manifiesten hacia la ciencia en general y hacia las AE en particular son de suma importancia, ya que influyen directamente sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si el profesor posee una actitud favorable, diseñará y seleccionará recursos, estrategias y actividades apropiadas para un aprendizaje significativo de las CN; guiará a los alumnos a conocer y valorar su medio ambiente y, como resultado, propiciará una actitud positiva hacia las disciplinas científicas.

SESIONES EN PROFUNDIDAD

Un dato interesante emanado de estas sesiones es que los maestros normalistas, durante su preparación, no entraron a un laboratorio, lo que parece ser bastante habitual no sólo en México, sino en otros países (Caballer *et al.*, 1994), por tanto, el no haber vivenciado las AE les imposibilita abordarlas de manera adecuada. En el caso de los profesores con formación universitaria, el problema es otro: ellos sí realizan AE durante su carrera; empero consideran que no tienen los elementos necesarios para llevarlas a cabo con sus alumnos.

En cuanto a la planeación de las actividades, los profesores manifestaron que primordialmente se basan en el programa y no en los intereses de los alumnos, debido a que se sienten muy presionados por terminar el programa del curso y cuentan con poco tiempo para las clases de CN. Esto refleja la gran necesidad que tienen los profesores de contar con apoyos institucionales, administrativos y de

un cambio en la política educativa. Pero también es fundamental reflexionar sobre qué es más importante: la cantidad de contenidos, la cantidad de tiempo empleada en enseñar CN o el tipo de ciencia que se debe enseñar.

Por otra parte, algunos de los profesores encuestados reconocieron tener una actitud desfavorable hacia la ciencia en general y hacia las AE en particular, debido a factores tales como falta de dominio de los contenidos y las experiencias negativas vividas durante su formación y su práctica docente. Estos resultados revelan una dimensión personal, más que académica, y se relacionan con lo que se ha denominado "autoeficacia en la enseñanza de la ciencia", la cual se refiere a las creencias que tienen los profesores sobre su habilidad para enseñar ciencia de manera efectiva (véase Riggs, 1988, citado en Ramey-Gassert *et al.*, 1996). Estas creencias se originan mediante las experiencias previas de los docentes e influyen sobre sus actitudes hacia la ciencia, lo que repercute directamente en su enseñanza (Ramey-Gassert *et al.*, 1996). En este trabajo se considera que las experiencias previas de los profesores son elementos muy importantes que deben tomarse en cuenta en los programas de formación y actualización de docentes para mejorar la calidad de la educación, no sólo en el área de CN, sino en todas las áreas.

Algo de considerable importancia fue el hecho de que los profesores de secundaria manifestaron no establecer un intercambio académico entre ellos. Quizá esto se deba a que por tradición la tarea del docente es solitaria, el trabajo en la enseñanza limita a los profesores al aula y a la disciplina o disciplinas que imparten; el intercambio con otros colegas se restringe a encuentros esporádicos en espacios y

tiempos inadecuados (Parrilla y Daniels, 1998). Para los profesores es difícil establecer un intercambio académico, debido a que se enfrentan con una cultura que fomenta el individualismo y en consecuencia se propicia la valoración del trabajo individual (Parrilla y Daniels, 1998).

Es importante reconocer que cuando el trabajo docente se lleva a cabo en grupo, se fortalece y propicia mayor desarrollo de habilidades, y ello produce el establecimiento de buenas relaciones (Bonals, 1998; Izquierdo, 1996). Esto fue confirmado en el presente estudio, cuando se observó que gracias a las sesiones en profundidad se obtuvieron cambios positivos en los profesores, respecto a sus opiniones sobre la importancia de las AE en la ECN y a las interacciones entre ellos.

En cuanto a la inclusión de las AE y la exploración de las ideas previas, los profesores manifestaron que las consideraban relevantes, sin embargo, nuevamente la presión que sienten por concluir los contenidos propicia no sólo el limitar el uso de las AE, sino también les impide explorar las ideas previas de sus alumnos. Este tipo de situaciones trae como consecuencia que los alumnos construyan significados diferentes a los que el profesor pretende enseñar, y el docente no se percata 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 su vida cotidiana (Driver *et al.*, 1989; Giordan, 1987).

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, es posible afirmar que la mayoría de los maestros están conscientes de que existe una problemática que subyace a la ECN, y que consideran realmente benéfico el uso de las AE, pues los alumnos muestran mucho interés en

ellas y les benefician en su propia práctica docente. Entonces surge la pregunta: ¿por qué no hacen uso de ellas? La respuesta se perfila cuando se analizan las limitaciones que los profesores enfrentan, tales como la formación y capacitación deficientes que no les permite diseñar o implementar AE fuera del laboratorio (en el aula, en el jardín de la escuela, etc.); la falta de intercambio académico entre los docentes; la relación entre el programa de estudio y la manera como lo enseñan. Un elemento que incide directamente es que el maestro trata de seguir y concluir el programa porque así se lo exigen en su escuela; el tiempo del que disponen para llevar a cabo AE es muy corto; los grupos que atienden son muchos y muy numerosos; el espacio físico, materiales y equipo de laboratorio son insuficientes; las actitudes resultan poco favorables hacia la ciencia y hacia las AE que muestran los profesores, debido a la falta de dominio de los contenidos, a las experiencias vividas en su formación y en su práctica docente, a la dificultad para llevarlas a cabo y a la falta de habilidades para relacionar las CN con la vida cotidiana.

Como es posible notar, estos obstáculos que enfrentan los profesores de CN no son únicamente de carácter personal, pues 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 —como los propios docentes manifestaron— en los programas de formación y actualización magisterial; en los programas de estudio con los que se trabaja en secundaria; en la poca influencia que tienen los profesores en las decisiones de política educativa; en la relación vertical que se establece entre las distintas autoridades educativas, la escuela y el

medio social, renuente a valorar las bondades de aprender ciencias sin considerar que eso repercute directamente en el desarrollo científico y tecnológico del país (García y Flores, 1999).

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación proporcionan importantes indicadores para comprender la problemática existente en la ECN con respecto al uso de las AE, por lo que a modo de conclusiones se plantean diversas consideraciones finales que exhortan a la reflexión sobre el uso de estas actividades, no únicamente en la escuela secundaria, sino también en otros niveles de la educación.

En el presente trabajo se ha considerado que algunos de los problemas de la ECN podrían subsanarse, por una parte, con el mejoramiento de las condiciones del trabajo docente (atención a menor número de alumnos; materiales y espacios adecuados, etc.), con la participación de los profesores en las decisiones relativas a la educación, mediante condiciones propicias para una enseñanza eficaz y con el mejoramiento de los programas de formación y de actualización magisterial, en los cuales además de una preparación psicopedagógica y disciplinar se incluya una preparación experimental y una preparación actitudinal, y por otra, con el reconocimiento de las bondades de las AE, pues son éstas las que propician el desarrollo del ingenio, la creatividad, la ima-

ginación, promueven la investigación, combaten la falta de interés y, como algunos autores han reportado, generan una actitud positiva hacia la ciencia (Frederick, 1997; García y Flores, 1999).

Otros elementos que podrían contribuir al mejoramiento de la ECN en la educación básica comprenden la problematización y el análisis y confrontación de la práctica docente, por lo que para su desarrollo resultan fundamentales el interés, la motivación, una actitud favorable hacia la realización de las AE y la incorporación de estas actividades en el aula de manera cotidiana (no limitarse por la falta de materiales o de laboratorio) que transformen las preconcepciones que poseen los alumnos sobre los fenómenos naturales.

El profesor, por medio de su práctica docente, debe "vivir" las CN; no basta con el dominio del conocimiento si no se refleja una actitud favorable hacia la ciencia, debido a que los alumnos perciben y asumen una actitud semejante.

Otro punto importante para reflexionar es lo difícil que resulta el trabajo del docente, el cual no consiste tan sólo en transmitir información o conocimientos, sino en presentarlos en forma problemática, enmarcándolos en un contexto tal, que el alumno pueda establecer el vínculo entre la ciencia que se le enseña en la escuela y su vida cotidiana, y con ello comprender mejor el mundo que nos rodea.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, J.M., S.M. Haggerty y J.L. Cedric (1990), "Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preserve science education", en *International Journal on Science Education*, vol. 12, núm. 4, pp. 381-390.
- AZCÁRATE, Marfa L. y P. Z. Borge (1999), "Los trabajos experimentales: Una estrategia para la enseñanza de las ciencias", en Red Nacional TEBES. Universidad Pedagógica Nacional, *Memoria del II Encuentro Iberoamericano de Colectivos Escolares que Hacen Investigación desde su Escuela*, pp. 257-260.
- AZUARA, D. M. (1999), "Diseño de estrategias cognitivas aplicadas a contenidos curriculares de la materia de física de semiconductores", ponencia y resumen en las memorias

- del V Congreso Nacional de Investigación Educativa, realizado el 30 y 31 de octubre y 1 y 2 de noviembre en Aguascalientes, Ags., México.
- BONALS, J. (1998), *El trabajo en equipo del profesorado*, Barcelona, Graó.
- BRYAN, L. y S. Abell (1999), "Development of professional knowledge in learning to teach elementary science", en *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 36, núm. 2, pp. 121-139.
- CABALLER, María J., A. Madrid, I. Giménez y A. Carabias (1994), "El laboratorio como experimentación", en *Cuadernos de Pedagogía* núm. 213, pp. 47-50.
- CALIXTO, R. (1996), "Un recorrido por la naturaleza: Estrategias de enseñanza en las ciencias naturales", en *Cuadernos de Actualización* núm. 12, Universidad Pedagógica Nacional, México, pp. 13-14.
- CANDELA, María A. (1993), "Investigación y desarrollo en la enseñanza de las ciencias naturales", en *Documento DIE*, núm. 24, México, CINVESTAV-IPN, pp. 1-21.
- DARLING-HAMMOND, L. (2000), "Education policy analysis archives. Teacher quality and student achievement", en *A review of State Policy Evidence*, vol. 8, núm. 1, pp. 1-53.
- DONNELLY, J.F. (1998), "The place of the laboratory in secondary science teaching", en *International Journal on Science Education*, vol. 20, núm. 5, pp. 585-596.
- DRIVER, R., E. Guesne y A. Tinberghien (1989), *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*, Madrid, Morata.
- FINN, J. y C. Achilles (1990), "Answers and questions about class size: Statewide experiment", en *American Educational Res. Journal*, vol. 13, núm. 1, pp. 197-208.
- FLORES, F. (1997), "Enseñanza de la ciencia, concepciones de los alumnos y cambio conceptual" en G. Waldegg y D. Block (coords.), *Estudios en didáctica*, México, COMIE/ Grupo Editorial Iberoamérica, pp. 140-144.
- FLORES, F., A. López, L. Gallegos y J. Barojas (2000), "Transforming science and learning concepts of physics teachers", en *International Journal of Science Education*, vol. 22, núm. 2, pp. 197-208.
- FREEDMAN, M. P. (1997), "Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge", en *Journal of Research on Science Teaching*, vol. XXXIV, núm. 4, pp. 343-357.
- GALLAGHER, J. J. (1991), "Prospective and practicing secondary school science teacher's knowledge and beliefs about the philosophy of science", en *Science Education*, vol. 75, núm. 1, pp. 121-133.
- GARCÍA Ruiz, M. y R. Calixto (1999), "Las actividades experimentales como una estrategia de enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica", en *Perfiles Educativos* núms. 83-84.
- GIL, P.D., C. Colombo, y S. Salinas (1993), "Las representaciones gráficas de un ciclo de investigación: Una forma de explicitar las concepciones sobre el trabajo científico y de contribuir a su formación", en *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra (IV Congreso), pp. 67-68.
- GIORDAN, A. (1987), "Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. V, núm. 2, pp. 105-110.
- GUILLÉN, F. (1994), "Algunos apuntes sobre la enseñanza de la ciencia en secundaria", en *Huaxyáac* núm. 9, sep.-dic., Oaxaca, México.
- GUTIÉRREZ Marfileño, V.E. (1998), *Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia*, PIIES y Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- GUTIÉRREZ Vázquez, J.M. (1982), "Reflexiones sobre la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria", en *Educación*, vol. 8, núm. 42, pp. 3-32.
- HASHWEH, M.Z. (1996), "Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching", en *Journal of Research in Science Education*, vol. 33, núm. 1, pp. 47-63.
- HERNÁNDEZ, S., C. Fernández, y P. Baptista (1998), *Metodología de la investigación*, 2a ed., México, McGraw Hill.
- HODSON, D. (1996), "Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion", en *Journal of Curriculum Studies*, núm. 28, pp. 115-135.
- IZQUIERDO, C. (1996), *La reunión de profesores: participar, observar y analizar la comunicación en grupo*, Barcelona, Paidós.
- KELLY, A. (1986), "The development of girls' and boys' attitudes to science: A longitudinal study", en *European Journal on Science Education*, vol. 8, núm. 4, pp. 399-412.
- KERLINGER, F. (1981), *Investigación del comportamiento. Técnicas y métodos*, 2a ed., México, Interamericana.
- LEDERMAN, N.G. (1992), "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research", en *Journal of Research in Science Teaching*, núm. 29, pp. 331-359.
- LEÓN, A.I y M. Solé, (1982), "¿Enseñanza experimental o repetición de recetas?", en *Educación*, México, Consejo Nacional Técnico de la Educación, pp. 173-176.
- MENDOZA, A.L. (2001), "Alternative assessment: la desnudez de la evaluación: el sueño de la razón produce monstruos", en *Desde el Sur de Humanismo, Ciencia y Cultura*, 2a época, año 7, núm. 18, pp. 12-23.
- PARRILLA, A. y H. Daniels (1998), *Creación y desarrollo de grupos de apoyo entre profesores*, Madrid, Mensajero.
- PESSOA, A.M. (1998), "Cambio de base epistemología en la enseñanza de las ciencias: actividades de experimentación", en Castorina et al., *Piaget en la educación. Debate en torno a sus aportaciones*, Paidós Educador-UNAM, pp. 139-161.
- PINÓN Flores, G. y M.E. Sánchez, (1999), "Estudio preliminar sobre problemas de aprendizaje de conceptos de genética en una población de alumnos del colegio de ciencias y humanidades de la UNAM", en Memoria electrónica del V Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE, 30 y 31 de octubre y 1 y 2 de noviembre de 1999, celebrado en Aguascalientes, Ags., México.
- PORLÁN, R. y Martín del Pozo, R. (1996), "Ciencia, profesores y enseñanza: Unas relaciones complejas", en *Alam-*

- bique: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 8, pp. 23-32.
- RAMSEY-GASSERT, L., G. Shroyer y J. Staver (1996), "A qualitative study of factors influencing science teaching self-efficacy of elementary level teachers", en *Science Teaching Education*, vol. 80, núm. 3, pp. 283-315.
- RUGGIERI, R., C. Tarsitani y M. Vicentini (1993), "The images of science of teachers in Latin countries", en *International Journal of Science Education*, vol. 15, núm 4, pp. 383-393.
- Secretaría de Educación Pública (1993), "Plan y programas de estudio, educación básica secundaria", México, SEP.
- (1996), "La enseñanza de la biología en la escuela secundaria. Libro de lecturas para el maestro" (coord. gral. Pedro Guillén), México, SEP.
- SHRIGLEY, R. (1990), "Attitude and behavior are correlates", en *Journal of Research in Science Teaching*, núm. 27, pp. 97-113
- YAGER, R. 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.
- YIP, D.Y. (1998), "Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning", en *International Journal of Science Education*, vol. 20, núm. 4, pp. 461-477.
- ZARZAR, C. (comp.) (1988), *Formación de profesores universitarios: Análisis y evaluación de experiencias*, México, SEP/ Nueva Imagen/ Patria.