

Revista mexicana de investigación educativa

COMIE

comie@servidor.unam.mx

ISSN: 1405-6666

MÉXICO

2004

Ángel D. López y Mota / Diana Patricia Rodríguez Pineda / María Xóchitl Bonilla
Pedroza

¿CAMBIAN LOS CURSOS DE ACTUALIZACIÓN LAS REPRESENTACIONES DE LA
CIENCIA Y LA PRÁCTICA DOCENTE?

Revista mexicana de investigación educativa, julio-septiembre, año/vol. 9, número 022

COMIE

México, D.F., México

pp. 699-719

¿CAMBIAN LOS CURSOS DE ACTUALIZACIÓN LAS REPRESENTACIONES DE LA CIENCIA Y LA PRÁCTICA DOCENTE?

ÁNGEL D. LÓPEZ Y MOTA / DIANA PATRICIA RODRÍGUEZ PINEDA / MARÍA XÓCHITL BONILLA PEDROZA

Resumen:

En este artículo se analizan las concepciones de ciencia y aprendizaje y su relación con la práctica de los profesores de ciencias naturales, así como su posibilidad de transformación a partir de los Cursos Nacionales de Actualización (CNA), ofrecidos por la SEP. Se consideran categorías analíticas de los responsables de tales cursos y también presentes en los textos para profesores de la reforma educativa de 1993. Con un cuestionario, la observación en aula y una entrevista, se estudiaron tres grupos de profesores de secundaria: *a)* CNA acreditados, *b)* en proceso de acreditación, y *c)* no-participación en los cursos. Los instrumentos aportaron información sobre: dominio conceptual, enfoque pedagógico –ideas previas y naturaleza de la ciencia–, aplicación didáctica –actividades experimentales y enseñanza no-tradicional– y evaluación del aprendizaje. Se detectan consistencias e inconsistencias entre las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores y su práctica. Pueden apreciarse las modificaciones en sus concepciones y práctica docente, atribuidas a los CNA. Sin embargo, los cambios parecen restringirse al discurso y todavía no se reflejan totalmente en la práctica en el aula.

Abstract:

This article analyzes conceptions of science and learning and their relation with teaching practice in the natural sciences, as well as the possibility of transformation based on the national in-service education (CNA) offered by Mexico's ministry of education (SEP). Taken into consideration are the analytical categories of the persons responsible for these courses, as well as the teachers' texts included in the educational reform of 1993. A questionnaire, classroom observation and interviews were used to study three groups of secondary school teachers: *a)* CNA-accredited, *b)* in the process of accreditation, and *c)* non-participants in the courses. The

Ángel D. López y Mota es coordinador de la línea de investigación Educación en ciencias naturales, del doctorado en Educación, de la Universidad Pedagógica Nacional-Ajusco, Carretera al Ajusco núm. 24, col. Héroes de Padierna, CP 14200, Tlalpan, México, DF, CE: alopezm@upn.mx

Diana Patricia Rodríguez Pineda: Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

María Xóchitl Bonilla Pedroza: Universidad Pedagógica Nacional-Ajusco.

instruments provided information on conceptual mastery, pedagogical focus (previous ideas and the nature of science), didactic application (experimental activities and nontraditional teaching) and the evaluation of learning. Consistencies and inconsistencies are detected between the teachers' conceptions of science and learning, and their practice. Certain modifications in conceptions and teaching practice, attributed to the CNA, are evident, yet actual changes seem to be restricted to discourse and have not been totally reflected in classroom practice.

Palabras clave: profesores, enseñanza de las ciencias, conceptos, aprendizaje, práctica docente, actualización.

Key words: Teachers, science, concepts, learning, teaching practices, in-service teacher education.

Introducción

Este trabajo está basado en el análisis de resultados de investigación del proyecto *Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los Cursos Nacionales de Actualización*, en su parte de "Análisis en aula"¹ (Flores *et al.*, 2002b). Tiene como propósito fundamental explorar algunas categorías teórico-conceptuales y de la práctica docente que permitan identificar procesos de transformación que presentan los profesores en el aula, debido a su acreditación de los Cursos Nacionales de Actualización (CNA), de acuerdo con tres rubros: disciplinario, pedagógico y de estrategias didácticas (Sánchez² *et al.*, 2001; Serna y Valdez, 2002).

Los CNA atienden la puesta en práctica del enfoque de enseñanza de las ciencias naturales propuesto en la reforma curricular de 1993 –que constituye la base para diseñar y establecer el programa de actualización dirigido a los maestros en servicio– (Martínez,³ 1997; Fuentes, 2000).

Las preguntas fundamentales que aquí se abordan son: ¿qué aspectos del ámbito tanto conceptual –representaciones mentales de los profesores– como de la práctica –desempeño docente en el aula– se transforman de acuerdo con los propósitos de los CNA? y ¿qué relaciones existen entre dichos ámbitos?

Antecedentes

Las transformaciones conceptuales en los docentes de ciencias, como producto de cursos de actualización en el país, es un tema poco trabajado. Hasta el momento se han realizado algunos seminarios –promovidos por la OREALC/ UNESCO y la Secretaría de Educación Pública– en los que se ha discutido y reflexionado sobre la actualización docente (Serna y Valdez, 2002) y se

han dado a conocer textos en los que se describe la creación y desarrollo de programas de actualización (Martínez, 1997; 2000) desde la unidad federal responsable de la actualización de profesores de la SEP.

Los CNA presentan un fundamento constructivista implícito en los materiales de apoyo para el maestro –guía de estudio, libro de lecturas y libro para el maestro– y aunque esta base se ha tomado como punto de referencia de reformas en sistemas de educación secundaria en varios países iberoamericanos, la realidad en las aulas es otra. Al respecto, cabe señalar lo que plantean Serna y Valdez (2002:61): “esta convicción constructivista no es sistemáticamente utilizada en la práctica por la mayor parte de los profesores de la enseñanza básica y media, pues muchos profesores tienen una formación inicial manifiestamente inadecuada y son pocos los que reciben formación permanente eficaz”.

De acuerdo con lo planteado por Sánchez *et al.* (2001), en la reforma educativa de 1993 se plasma un cambio de enfoque en la educación en ciencias naturales; pues se repiensa la enseñanza de las ciencias a partir de las teorías del aprendizaje que enfatizan el desarrollo cognitivo y la necesidad de partir del pensamiento infantil y juvenil (Driver, 1986 y 1989; Nieda y Macedo, 1998). También se recomienda evitar la enseñanza de formulaciones rígidas atribuidas a un “método científico”, correspondientes a una concepción estrecha y empirista de la ciencia.

Los paquetes didácticos⁴ del Programa Nacional de Actualización Permanente (PRONAP) para profesores en servicio, entre otros materiales elaborados y distribuidos por la SEP, pretenden proveer a los docentes de elementos para lograr la participación activa del alumno, redimensionando su papel como guía del aprendizaje que explora y aprovecha los conocimientos previos y las experiencias de sus estudiantes (Sánchez *et al.*, 2001), poniendo en conflicto dichas ideas y procurando así el cambio cognitivo.

El PRONAP inicia en 1995, con el propósito de mejorar la calidad de la educación a partir de la actualización de los profesores en torno a tres aspectos: disciplinar, de enfoque pedagógico y estrategias didácticas (Martínez, 1997); con la finalidad de auxiliar a los maestros para que: “dominen los contenidos de las asignaturas que imparten y que profundicen en el conocimiento de los enfoques pedagógicos de los planes y programas de estudio y en el manejo de los recursos educativos a su disposición” (Fuentes, 2000:88)”.

De acuerdo con Martínez (2000), a mediados de 1996 inicia la operación del PRONAP, poniendo a disposición de los profesores de secundaria dos de los tres cursos de actualización de ciencias –biología y química–; posteriormente, se introdujo el de física. La primera aplicación de exámenes de los CNA se realizó en 1997 y, a la fecha, se cuenta con valoraciones estadísticas de los mismos. Por ejemplo, el total de profesores inscritos en los cursos y el número de acreditados para junio de 2000 son: en biología, 22 mil 81 inscritos y 8 mil 824 acreditados; en química, 14 mil 307 inscritos y 6 mil 701 acreditados; y en física, 5 mil 627 inscritos y mil 810 acreditados (Sánchez *et al.*, 2001).

México, como otros países, se enfrenta a la dicotomía entre lo que el profesor manifiesta que hace en el aula y lo que realmente efectúa en ella (Gallagher, 1991; Mellado, 1997), por lo que muchos programas de actualización para maestros en ejercicio tienen como premisa fundamental un cambio de metodología en la enseñanza dentro del aula (Segura, 1991; Cañal, 1995). Incluso en la propuesta para enseñar ciencias a partir de la reforma educativa de 1993, se pone especial énfasis en el cambio metodológico, como lo plantean Sánchez *et al.* (2001:48) al indicar que: “la nueva perspectiva en la metodología para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias pretende desarrollar una actitud interactiva del joven con la naturaleza [...] Lo anterior demanda un tratamiento distinto de los contenidos y el desarrollo de nuevas formas de evaluar”, lo cual coincide con una perspectiva constructivista sobre la ciencia y el aprendizaje, pero sin enfatizar debidamente la transformación conceptual de los estudiantes como objetivo central de enseñanza. De igual manera, la transformación de las concepciones de los profesores sobre la ciencia y el aprendizaje tampoco es un objetivo explícito y fundamental del PRONAP en los documentos consultados.

Investigaciones como las de Brickhouse (1990), Abell y Roth (1992), Dillon *et al.* (1994), Porlán *et al.* (1998) y Flores *et al.* (2000) ponen de manifiesto que las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los profesores inciden en su práctica docente. Esta situación queda evidenciada muy claramente en el estudio de caso de Smith y Anderson (1984). En este sentido, el trabajo de investigación reportado por López *et al.* (2000) muestra cómo, mediante un programa de especialización desarrollado con aproximación constructivista, parece más fácil transformar las concepciones de los profesores al nivel del *discurso*, pero todavía difícil al de la

acción; siendo este último el ya mencionado nivel de la transformación metodológica de la enseñanza en el aula.

Descripción de la muestra y manera de proceder

El presente estudio tiene un carácter exploratorio y se propone ir más allá del trabajo realizado por López *et al.* (2000), puesto que anteriormente sólo se identificaron transformaciones en las concepciones de los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia y el aprendizaje en el marco de una especialización y no transformaciones en la práctica docente.

Debido al interés por comparar la concordancia o contraposición existente entre aspectos conceptuales y los de la práctica –ya que se mantiene el supuesto de que las concepciones de los docentes determinan, de alguna manera, la forma de conducirse en el aula– y dado que no contamos con un punto de referencia acerca de cómo ingresan los profesores a los CNA, se tomó como población-objetivo tres tipos de situaciones de los docentes frente a los cursos, atribuyendo las diferencias encontradas a la acreditación, participación, o no-participación en los CNA. Por lo tanto, los docentes fueron divididos en tres grupos:

- a) aquellos que acreditaron el curso nacional de actualización de la especialidad observada (CNAa);
- b) los inscritos en un curso nacional de actualización de la disciplina observada, es decir en proceso (CNAep); y
- c) quienes no han accedido a los cursos nacionales en la disciplina motivo de observación (CNAsa).

Cada grupo estuvo compuesto por tres sujetos provenientes de cada una de las disciplinas en cuestión; los mismos investigadores que aplicaron el cuestionario observaron el desempeño docente y realizaron las entrevistas, y su formación académica se correspondió con la disciplina estudiada en cada caso.

Los nueve profesores –tres de biología, de física y de química– que, de una lista proporcionada por la SEP, aceptaron ser cuestionados, observados en aula y entrevistados provenían de escuelas secundarias públicas generales y técnicas del Distrito Federal, tanto matutinas, vespertinas como nocturnas. Los rasgos de la muestra quedan plasmados en la tabla 1: en la primera columna se encuentra el código asignado a cada maestro, la últi-

ma letra corresponde a la disciplina científica que enseña y el dígito a qué población pertenece (1= CNAa, 2= CNAep y 3= CNAsa); en la parte inferior se encuentran los totales o promedios que permiten juzgar las características de la muestra.

TABLA 1
Cantidad de docentes de la muestra según diversas características, por disciplina

	Formación	Experiencia	Secundaria	Género	Turno
Física					
CAF1	Química bacterióloga-parasitóloga	7 años	Técnica	Femenino	Vespertino
ICHF2	Normalista superior (Ciencias)	23 años	General	Masculino	Matutino
EHF3	Normalista superior (Ciencias)	1 año	General	Femenino	Vespertino
Biología					
ELB1	Normalista superior (Biología)	25 años	Técnica	Femenino	Vespertino
MSB2	Bióloga (UNAM)	27 años	Para trabajadores	Femenino	Nocturno
MAB3	Cirujano dentista	17 años	Técnica	Masculino	Matutino
Química					
RCQ1	Ingeniera química	22 años	Técnica	Femenino	Matutino
EAQ2	Ingeniero químico de alimentos (UAM)	11 años	General	Masculino	Vespertino
ASQ3	Licenciaturas en Medicina y Pedagogía	25 años	General	Masculino	Vespertino
Totales					
	Normal (3)	17.5 años prom.	General (4)	Femenino (5)	Matutino (3)
	Universidad (6)		Trabajadores (1)	Masculino (4)	Vespertino (5)
			Técnica (4)		Nocturno (1)

La muestra presenta predominio de maestros con formación universitaria, experiencia docente extensa, cobertura de todos los tipos de secundaria (excepto telesecundaria), equidad en cuanto al género y variedad en los turnos de funcionamiento de la escuela; por ello no evidencia sesgos extremos en su composición.

En primera instancia se aplicó un cuestionario para identificar las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los profesores, referidas a tres enfoques en cada caso: empirismo/positivismo, racionalismo, y racionalismo crítico/constructivismo en lo epistemológico (Flores *et al.*, 2001); y aprendizaje mecanicista/por descubrimiento, *insight*; y aprendizaje significativo/por transformación conceptual, en el aprendizaje (Flores *et al.*, 2002a). Posteriormente, se utilizó una guía de observación para dar cuenta de la práctica docente en el aula –con un seguimiento de tres sesiones de clase, considerado como el promedio para abordar un tema– y se realizó una entrevista⁵ a cada profesor al término de las observaciones para confirmar aspectos conceptuales y de la práctica docente.

Marco de interpretación

Para analizar los cambios o transformaciones de las concepciones de los profesores –reflejadas en el desempeño de los docentes en el aula– atribuibles a los CNA, se caracterizan las tres poblaciones desde cuatro categorías analíticas, que están divididas en aspectos conceptuales –concepciones de ciencia (CC) y aprendizaje (CA)– y en aspectos pedagógicos –práctica docente (PD). Dichas categorías son: dominio conceptual, enfoque pedagógico, aplicación didáctica y evaluación; las tres primeras corresponden a rubros que los CNA (Martínez, 1997) se proponen abordar, y aunque la evaluación está considerada en estos cursos dentro de aplicación didáctica, debido a la importancia que éstos le atribuyen –tratándola a veces como un capítulo aparte– la consideramos como otra categoría de análisis.

A continuación se describen las cuatro categorías mencionadas, con sus correspondientes criterios de análisis los que, en adelante, se denominarán subcategorías.⁶

a) Dominio conceptual

El criterio de análisis de esta categoría fue el *dominio de los contenidos científicos*, la información recolectada proviene de la observación y la entrevista.

Dominio de los contenidos científicos (PD): los CNA enfatizan la presentación clara de los conceptos básicos de cada asignatura, su estructura y función dentro de las teorías científicas, ya que el enfoque de la reforma plantea que la enseñanza de los contenidos debe ser más reflexiva y que la comprensión de los conceptos debe ser la base del proceso de aprendizaje.

b) Enfoque pedagógico

Los criterios de análisis considerados en esta categoría son *tomar en cuenta las ideas previas de los alumnos* y la *naturaleza de la ciencia*. La información de ambos proviene del cuestionario, de la guía de observación y de la entrevista.

Tomar en cuenta las ideas previas de los alumnos (CA, PD): el enfoque para la enseñanza de las ciencias implica identificar, recuperar y aprovechar las ideas previas de los estudiantes, así como posibilitar la modificación de las mismas, para lograr el cambio conceptual: principio fundamental del constructivismo.

Naturaleza de la ciencia (CC, PD): se refiere a que los profesores rebasen la visión de ciencia dogmática, acumulativa, de verdades absolutas y sin contexto histórico, por una visión donde se muestre el carácter dinámico de la ciencia, donde las teorías y conceptos pueden cambiar a lo largo de la historia; y que no la consideren como una secuencia de pasos metódicos, totalmente predeterminados.

c) Aplicación didáctica

Esta categoría considera dos criterios de análisis: *las actividades experimentales como parte fundamental del proceso didáctico* y el *alejamiento de la enseñanza enciclopédica y memorística*. La información del primero se recolectó a partir de los tres instrumentos y el segundo con base en la guía de observación.

Actividades experimentales como parte fundamental del proceso didáctico (CC, PD): se reconoce la importancia del trabajo experimental en el desarrollo de las clases de ciencias –por el carácter mismo de las disciplinas en cuestión–, por lo que la experimentación es considerada elemento fundamental para la comprensión de los conceptos científicos, con objeto de que los alumnos reflexionen sobre el papel del experimento en la construcción del conocimiento así como recuperen una actitud de cuestionamiento frente a los fenómenos naturales. Como lineamiento se privilegian situaciones experimentales sencillas que posibiliten al estudiante plantear preguntas propias y discutir una situación fenomenológica particular.

Alejamiento de la enseñanza enciclopédica y memorística (PD): todos los materiales de los CNA señalan que debe ser superada la idea de una enseñanza memorística, que se base en la solución de ejercicios rutinarios y cuya finalidad sea cubrir extensos programas. Por el contrario, se propone una enseñanza que promueva la construcción de conceptos, el aprendizaje reflexivo, significativo y contextualizado, que la aborde como “un proceso, más que como una serie de hechos, información, modelos y teorías que deben ser aprendidas” (SEP, *Libro para el maestro, Física*, 1997:13).

d) Evaluación del aprendizaje

El criterio de análisis de esta categoría fue el de *evaluar de acuerdo con el desarrollo conceptual y trabajo en grupo*, cuya información proviene de los tres instrumentos utilizados.

Evaluar de acuerdo con el desarrollo conceptual y trabajo en grupo (CA, PD): en el marco de la reforma curricular, el papel de la evaluación es reconceptualizado, entendiéndose ésta como la oportunidad de mejorar las actividades de enseñanza y de aprendizaje; como un proceso continuo que se lleva a cabo en el salón de clase, valorando el desarrollo conceptual de los alumnos a través de diversas estrategias y no sólo mediante exámenes que demandan definiciones memorizadas.

Análisis y resultados

A continuación se presentan los resultados para cada subcategoría analítica, que van acompañados de evidencias⁷ –respuestas al cuestionario, citas textuales de la observación y extractos de las entrevistas– procedentes, generalmente, de los dos primeros instrumentos. Además se elabora una visión global de cada categoría, en los casos en que hay más de una subcategoría. En la tabla informativa de evaluación en el anexo –por tipo de muestra e instrumento utilizado– aparecen los datos de las tres poblaciones, para esta subcategoría.

Dominio conceptual

Dominio de los contenidos científicos

A lo largo de las sesiones de clase observadas se evidenció que los docentes que aprobaron el curso (3/3) tuvieron un buen manejo de los contenidos disciplinarios. Dos de ellos establecieron en clase relaciones con leyes o teorías pertinentes, que permiten una visión interrelacionada de la ciencia. Por ejemplo, CAF1 abordó en clase el tema de la teoría cinético-

molecular y al hablar de las moléculas “se refiere a los nanómetros, utilizando la notación científica correspondiente y, recordándole a los alumnos que es una medida muy, muy pequeña” y, en el caso del desarrollo del tema de características de sólidos y fluidos, lo relacionó con conceptos previos como “movimiento, estados de agregación, calor, temperatura y menciona la naturaleza eléctrica de las partículas y estructura de la materia”. Luego, en la entrevista, manifestó que pudo haber ligado el tema con otras teorías: “[...] no les podemos explicar muchas teorías que ellos no comprenderían, las bases ya las tienen y les estamos dando lo que ellos necesitan para el siguiente nivel. Entonces no podía haberles explicado otras cosas, porque siento que hubiéramos divagado en el tema”; así, de manera consciente, existe la tendencia a limitar el tratamiento del tema y no intentar una visión más amplia del mismo. Si bien, el que no lo hizo en clase (RCQ1), en la entrevista estableció relaciones apropiadas que reconoció pudo haber ligado con el tema de estados de agregación de la materia, como “la de Lavoisier de la conservación de la materia... o puede ser también la ley de proporciones constantes”.

La población en proceso de acreditación (3/3) mostró en clase dominio de los contenidos de aprendizaje, pero sólo uno de ellos estableció relaciones apropiadas con leyes o teorías. En cambio, los docentes que no han accedido a los cursos (3/3) no parecieron tener un dominio adecuado de los contenidos de enseñanza. Dos de éstos incurrieron en errores o imprecisiones conceptuales. Por ejemplo, MAB3 mencionó que “en el plátano surgen gusanos por la presencia de microorganismos” y EHF3 dijo que la densidad “es la masa de una sustancia que ocupa una unidad de volumen”, así como que “a mayor masa, mayor peso y por lo tanto mayor densidad”. Y en el caso de ASQ3, el análisis sobre el dominio de los contenidos se vio enmascarado por el tipo de actividades que desarrolló, puesto que su manera de proceder –apegada al libro de texto o a textos preparados de antemano por él– parece sugerir un estado de inseguridad frente al conocimiento. Ninguno de los tres docentes ejemplificados estableció relaciones entre el concepto(s) abordado en clase, con alguna otra ley o teoría fuera de lo señalado en el libro de texto.

De lo anterior se deriva que el dominio de los contenidos disciplinares observados en clase muestra diferencias de acuerdo con la población, ya que tal dominio tiende a disminuir desde quienes acreditaron los cursos, hacia los que no han cursado. De igual manera disminuyen

las relaciones del contenido disciplinario abordado en clase con respecto de alguna ley o teoría científica más amplia.

Enfoque pedagógico

Ideas previas

La evocación de las ideas previas de los estudiantes por parte de los docentes y la búsqueda de su modificación en el aula, no parece ser un distintivo en ninguna de las poblaciones, ya que sólo se observó un profesor (1/9) –ELB1– proclive a tales conductas. Éste tendió a evocar las ideas previas de sus estudiantes mediante preguntas –“¿Cómo creen que se origina la vida?, ¿qué creen sobre la generación espontánea?”– así como a posibilitar su modificación a partir de la experimentación, propiciando así la comparación de las predicciones de sus alumnos con los resultados de Redi, Pasteur, Spallanzani, etcétera, para lo cual formuló preguntas como: “¿Por qué creen que no sucedió lo que habían planeado?”

Un ejemplo de los ocho que no procedieron de esta manera, es RCQ1, quien abordó el tema de estados de agregación de la materia mediante exposiciones asignadas a los alumnos, quienes las efectuaron con ayuda de carteles que “recitaron de memoria” y también realizó la actividad experimental de comprimir aire dentro de una jeringa. Sin embargo, en ningún momento de la clase buscó identificar o evocar ideas previas de sus estudiantes. Al no hacerlo, no posibilitó su modificación a partir de la actividad experimental, ni que los estudiantes participaran en la construcción del conocimiento. Y aunque en el transcurso de la clase realizó algunas preguntas, las respuestas dadas por los alumnos –como en los otros siete casos– no fueron consideradas como “alternativas” a las de la ciencia –y por lo tanto sujetas a transformación. En general, los docentes ignoran las respuestas “erróneas” y sólo las retoman para corregirlas o se refieren únicamente a las “correctas” para retomarlas y apoyar su discurso en clase.

Curiosamente (2/3) de la población en proceso de acreditación que tiene algún tinte constructivista en el discurso respecto de lo que los alumnos deben de aprender –puesto que respondieron en el cuestionario que lo que los alumnos deben aprender son “modelos científicos” y “significados científicos”–, no lleva a la práctica docente tales supuestos relacionados con la ciencia. Por otro lado, la población que ya acreditó el curso (3/3) se identifica con los “procesos científicos” como algo que los alumnos tienen que aprender, y (2/3) de la que no ha accedido a éstos se identifica con

aspectos más mecanicistas, pues para ellos los alumnos deben aprender “contenidos científicos”. En estos dos grupos la identificación conceptual es acorde con la práctica observada, pues para el aprendizaje de los contenidos o de los procesos, el tomar en cuenta las ideas previas de los estudiantes parece no tener importancia para los profesores, excepto en el caso que ya mencionamos de ELB1.

Así, independientemente de si los docentes han cursado o no los CNA, no tienden a tomar como eje fundamental de trabajo la identificación y posterior transformación de las ideas previas de los estudiantes; aunque pueden –como los que están en dicho proceso– adquirir en tales cursos nociones con matices constructivistas acerca de la ciencia.

Naturaleza de la ciencia

A la pregunta del cuestionario sobre qué determina prioritariamente el conocimiento (2/3) de los docentes que aprobaron los CNA y (2/3) de los que los están cursando, eligieron como respuesta la que se identifica conceptualmente con el constructivismo: “la interacción recíproca entre el investigador y el fenómeno a conocer”, declaración que no se refleja en lo observado en clase, excepto en un caso. De estos cuatro casos, el profesor-excepción busca trabajar con la forma de pensar de sus estudiantes y pertenece al grupo acreditado, pues se observó que en diferentes actividades realizadas: “dramatizaciones, cuadros y ejercicios”, intenta tomar en cuenta para el desarrollo de su clase las ideas que tienen los estudiantes sobre el origen de la vida. En los otros tres, el proceso de enseñanza está centrado en las exposiciones del profesor o de los alumnos, sobre los contenidos de enseñanza del libro de texto; como en el caso de RCQ1 que no espera que los estudiantes justifiquen y validen sus argumentos, sino sólo “busca que los alumnos respondan las 10 preguntas formuladas por la profesora sobre los estados de agregación de la materia, a partir de las exposiciones realizadas por ellos mismos”.

El grupo de profesores que no ha cursado los CNA (3/3) muestra una concepción positivista de la ciencia que parece congruente con una práctica docente expositiva en el aula –donde se enseñan “hechos”–. Asimismo, uno de los que ya aprobaron (1/3) y otro de los que está en proceso (1/3) comparten esta concepción, ya que en el cuestionario respondieron que el conocimiento está determinado prioritariamente por “los hechos o fenómenos observados”; lo cual se corrobora con la respuesta dada por MAB3 en la entrevista, al preguntársele ¿por qué había tomado como punto de

partida el libro de texto para desarrollar el tema de origen de la vida? Su respuesta fue: “es el que nos dio la SEP; la SEP nos da un texto que es éste para llevarlo todos los maestros que damos biología ... yo de ahí lo agarro”. Lo anterior también nos evidencia que los contenidos disciplinarios del programa son tomados como verdades absolutas, fortaleciendo así una visión dogmática y a-histórica de la ciencia.

Entonces, la mayoría de los profesores centran su práctica docente en los contenidos programáticos presentados en el libro de texto, por lo que el origen del conocimiento está en los contenidos de aprendizaje expuestos por ellos o en los encontrados en los libros y no en el fenómeno científico mismo; independientemente de haber cursado o no los CNA. Ello, a pesar de las concepciones constructivistas –declarativas– que sobre la ciencia pueden tener algunos docentes que hayan tomado tales cursos. De esta manera, parece persistir una concepción positivista de la ciencia acorde con una práctica docente expositiva.

Por lo tanto, el enfoque pedagógico –analizado desde la perspectiva de las ideas previas y la naturaleza de ciencia– impulsado por los CNA, no se ve reflejado en la práctica de los docentes en el aula; aun cuando, declarativamente, puedan identificarse con una posición menos tradicional en torno a la enseñanza y a la ciencia.

Aplicación didáctica

Actividades experimentales

Las actividades experimentales forman parte de la práctica docente, indistintamente de la población de que se trate. Sin embargo, los profesores asignan diferentes propósitos a la experimentación. En el caso de la población que aprobó los cursos (3/3), los docentes se identifican conceptualmente con posiciones epistemológicas que favorecerían una práctica deseada, pues en el cuestionario seleccionan que los experimentos tienen como propósito fundamental “generar análisis y discusión que permitan resolver una situación problemática”. En cambio, los que están tomando los cursos (3/3) y (2/3) de los que no lo han tomado se identifican con una visión de la experimentación basada en “confirmar en la práctica los conceptos teóricos abordados en clase” o en “obtener resultados que puedan servir como contra-ejemplo a las hipótesis planteadas” –como es para el caso MSB2–. El profesor restante de los que no han accedido a los CNA (1/3), se identifica declarativamente con la posición empirista de “obtener datos cuantificables y verificar hipótesis que parten de la observación”.

Sin embargo, aunque existen diferencias conceptuales sobre el papel que tiene la experimentación en el proceso didáctico, se observa que casi todos los docentes (8/9) –como en el caso de las ideas previas– no fueron proclives a posibilitar el análisis y discusión de los alumnos en torno a las actividades experimentales, a excepción de ELB1, como ya se mencionó en el apartado de ideas previas. La experimentación se lleva a cabo de manera rígida y se orienta a confirmar en el “laboratorio” la “teoría” revisada en el salón de clases.

Muestra de lo anterior es el caso de CAF1, quien “en la última sesión del tema lleva a los alumnos al laboratorio, les dicta la práctica sobre ‘Análisis de cuerpos sólidos y fluidos’, para que ellos la realicen y resuelvan una serie de preguntas de su libro de prácticas”; pero las respuestas dadas no corresponden a ningún análisis, ni a la solución de una situación problemática. Otro ejemplo es el caso de MSB2, cuya actividad experimental consistió “en la observación de paramecios en una preparación”; sin embargo, no queda claro cómo es que con la sola observación de los paramecios pueda propiciarse el uso de contraejemplos a posibles ideas de los alumnos acerca de tales seres, con el propósito de transformar sus ideas previas.

Así, parece que los que ya han acreditado los CNA pueden darle otra orientación a la experimentación desde su concepción de ciencia; sin embargo, en la práctica tal posibilidad se ve restringida por su tendencia a no tomar en cuenta las ideas previas de los alumnos para discutir una situación fenomenológica particular, lo que los deja prácticamente en el mismo plano de quienes no han acreditado los CNA: que tienen, en su mayoría, una visión estrecha acerca de la experimentación en clase.

Enseñanza no-tradicional

De lo observado en el aula, el trabajo en equipo es manifiesto en la población que ya acreditó los cursos (3/3), ya que los profesores utilizan esta organización del trabajo. Éste puede ser: para presentar información en grupos, como en el caso de RCQ1, “sus alumnos presentan por grupos el tema, recitando de memoria los cambios de agregación de la materia”; para realizar el trabajo de laboratorio (CAF1) “donde el trabajo se realiza por grupos debido al material, a la disposición del laboratorio y a la distribución de tareas (determinar la masa en la balanza, hallar el volumen, etc.)”; o para efectuar una tarea en conjunto, ELB1 “organiza a sus alumnos en equipos para elaborar un cuadro sinóptico de las características de las diferentes teorías sobre

el origen de la vida; ellos leen y comentan el contenido del libro de texto”. Sin embargo, estos docentes no toman ventaja de las bondades de los agrupamientos al no propiciar la reflexión, ni el debate de las ideas de los estudiantes, por lo que no promueven la construcción de conceptos. Si bien en un caso (ELB1), puede considerarse como incipientemente interactiva, en donde no toda la información proviene del profesor o los textos y en donde la iniciativa también está en los estudiantes.

El tipo de trabajo como el comentado es casi nulo (5/6) en las otras dos poblaciones. Sin embargo, es abrumador el número de casos (8/9) donde –haya o no trabajo en grupo– la docencia es expositiva. Dos ejemplos de ello son: EAQ2 que, basado en este tipo de docencia, realizó “sesiones basadas en exposiciones y la explicación ofrecida de ácidos y bases en disolución mediante una demostración y lectura del libro de texto, así como efectuar un resumen”, e IChF2, quien generó una dinámica en la que “al inicio de la sesión, los alumnos leen el tema correspondiente a la clase en su libro de texto, posteriormente el profesor dicta una serie de preguntas sobre el contenido de lo leído, que deben ser contestadas individualmente y deben hacer los dibujos correspondientes”.

De tal manera, la asistencia a los CNA parece influir en la forma de trabajar –en grupos– de los maestros, que puede favorecer dinámicas de participación en clase para intentar otro tipo de enseñanza. Sin embargo, no parece servir para realizar una práctica docente que favorezca el análisis ni el cambio conceptual. Por lo que la enseñanza en el aula sigue centrada en una serie de hechos, información y teorías –contenidos primordialmente en los libros de texto– que deben ser aprendidas memorísticamente por los estudiantes.

Así pues, la aplicación de una didáctica renovadora respecto de las posibilidades de la experimentación, y más cercana a la transformación de la manera de pensar de los estudiantes, no parece concretarse en la práctica docente, a pesar de que pareciera existir alguna influencia en las formas más superficiales de trabajar de los que han acreditado tales cursos.

Evaluación

En todas las poblaciones se realizan evaluaciones del aprendizaje de distinta índole; sin embargo, las formas de llevarlas a cabo enfatizan procesos de memorización. Los docentes que ya acreditaron los cursos (3/3) consideraron –en el cuestionario– que con la evaluación lo más importante es

tener evidencia de que los alumnos “transforman sus concepciones y reinterpretan la realidad estudiada por la ciencia”. En contraste, en el aula se observa su tendencia a centrar la evaluación del aprendizaje en la memorización, utilizando formas tradicionales y “cerradas” de evaluar.

Una evidencia de lo anterior es el caso de RCQ1, al observarse que “califica el cuaderno sin explicitar los criterios de asignación de notas. Realiza preguntas: ¿en qué consiste la ‘ebullición?’, ‘¿la fusión?’” Otorga calificaciones de acuerdo con la coincidencia con la definición proporcionada por el grupo que expuso el tema. Distribuye un examen de 15 preguntas en donde tienen [los alumnos] que relacionar dos columnas tales como: ‘el estado de la materia que toma la forma del recipiente’ [en una columna] y ‘estado líquido’ [en la otra columna]”; poniendo de manifiesto que la evaluación difícilmente busca la transformación de las ideas de los estudiantes –expresadas con sus propias palabras– y que sólo trata de superponer un lenguaje contenido en los libros de texto que el alumno puede o no entender. Sólo en el caso de ELB1 se observó en la práctica docente una evaluación más acorde con la concepción de aprendizaje pues, además de los cuestionarios y los exámenes, “retoma respuestas de algún instrumento de evaluación para planear actividades que permitan la modificación de ciertos conceptos”.

Esta posición transformadora disminuye en las otras dos poblaciones, ya que domina en importancia (4/6) el tener evidencias de que “[los alumnos] dan cuenta de los conceptos científicos presentados en clase y reorganizan los que ya tenían”; lo que revela una predisposición a realizar evaluaciones que pongan el acento en la memorización y en una posible práctica docente de carácter expositiva; como en el caso de EHF3 del grupo que no ha tomado los CNA, en el que se observó que “realiza al inicio [de la clase] una serie de preguntas orales a algunos alumnos, las cuales evalúa [otorga una calificación]. También aplica un examen –dos preguntas cerradas y dos ejercicios, uno de calorimetría y otro sobre volumen–, con cuaderno abierto”; y en el de EAQ2 del grupo que está en el proceso de los CNA, quien evalúa dictando cinco preguntas tales como “menciona dos características químicas de un ácido y menciona cómo se puede determinar el pH de una base”; centrando la evaluación en los contenidos o “hechos” de la disciplina.

De lo anterior se deviene que, a pesar de que los docentes que han acreditado los cursos se identifican conceptualmente con posiciones de

evaluación constructivistas, en la práctica realizan el mismo tipo de valoración que las poblaciones que no han acreditado o asistido a dichos cursos; es decir, siguen acentuando los procesos memorísticos, sin valorar el desarrollo conceptual de los alumnos.

Conclusiones y reflexiones

El análisis de resultados, a partir de las categorías utilizadas con base en los criterios manejados por Sánchez *et al.* (2001) y Martínez (1997), nos permite afirmar que la acreditación de los CNA parece tener alguna influencia en el dominio conceptual, enfoque pedagógico, aplicación didáctica y evaluación del aprendizaje de los profesores de ciencias naturales estudiados. Dicha influencia se refleja mediante un discurso constructivista, con ciertas modificaciones en rasgos externos de conducta, pero sin transformaciones más profundas en su práctica docente.

En cuanto a aspectos declarativos, los CNA impactan el ámbito conceptual de los profesores sobre la ciencia –naturaleza de la ciencia y actividades experimentales– y el aprendizaje –evaluación; no así lo relacionado con las ideas previas. No obstante, en la práctica docente, sólo impactan realmente el dominio conceptual –pues el de contenidos y relaciones efectuadas de los mismos con leyes y teorías más amplias, favorece a los docentes que ya acreditaron los CNA– e impacta parcialmente la aplicación didáctica pues en esta segunda categoría los profesores que ya acreditaron, si bien utilizan como estrategia el trabajo en grupo, no toman ventaja práctica de ello.

De tal manera, la práctica docente no se ve transformada de acuerdo con los propósitos de los CNA en el enfoque pedagógico –representado por la evocación de las ideas previas de los estudiantes y por la imagen de ciencia que externan los profesores–, puesto que los docentes que acreditaron los cursos no han logrado concretar en su desempeño una actuación acorde con los postulados del constructivismo, en el que la actividad docente esté centrada en la transformación de las ideas de los estudiantes y no en los “hechos” de la ciencia manejados en los contenidos disciplinarios. Tampoco se ve transformada en el aspecto evaluativo, pues al igual que los otros dos grupos estudiados, los docentes que han acreditado los CNA utilizan en el aula formas de evaluación que enfatizan la memorización.

Por estos resultados podría inferirse que la transformación de la práctica docente no puede lograrse si no se modifican las concepciones de ciencia y

aprendizaje de los profesores y no se incorporan en el aula tales conceptualizaciones. Para ello se requiere probablemente de procesos de actualización y formación docentes, cuyo objetivo sea, precisamente, el reconocimiento y transformación de dichas concepciones, utilizando casos específicos de temas cotidianos que se enseñan en secundaria. De tal forma, habría que repensar la manera en que se está llevando al cabo la actualización de los maestros de secundaria en el país, al integrar y llevar a la práctica los planteamientos teóricos que se estimulan en cursos como los Nacionales de Actualización. Ello implicaría también, posiblemente, repensar el carácter autodirigido de los cursos, pues parece necesario posibilitar el debate mismo de las ideas de los maestros sobre los contenidos –de la disciplina en cuestión– entre ellos mismos, así como el enfoque pedagógico y las estrategias didácticas de manera integrada.

ANEXO

Tabla informativa de evaluación

Instr./ Poblac.	Cuestionario	Guía observación
	<i>5b En la evaluación, lo más importante es tener evidencias de que:</i>	<i>14 Realiza alguna evaluación del aprendizaje</i>
CNAa	(RCQ1), (CAF1) Y (ELB1): Transforman sus concepciones y reinterpretan la realidad estudiada por la ciencia	(RCQ1): Sí [califica el cuaderno, sin explicitar los criterios de asignación de notas. Realiza preguntas <i>¿en qué consiste la ebullición?, ¿la fusión?</i> Otorga calificaciones de acuerdo con su coincidencia con la definición proporcionada por el grupo que expuso el tema. Distribuye un examen de 15 preguntas en donde tienen que relacionar dos columnas, tales como: <i>el estado de la materia que toma la forma del recipiente</i> [en una columna] y <i>estado líquido</i> [en la otra columna] (CAF1): Sí [pone un sello a la guía de laboratorio y entrega una guía –14 puntos– con preguntas abiertas, problemas, conversiones e ítems para completar como: <i>el refrigerador es una...</i> , para el examen: “máquinas térmicas”] (ELB1): Sí [utiliza cuestionarios, concursos, cuadros, dramatizaciones, prácticas, exámenes, entre otros]

¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de la ciencia y la práctica docente?

CNAep	(EAQ2): Dan cuenta de los conceptos científicos presentados en clase y reorganizan los que ya tenían	(EAQ2): Sí [dicta cinco preguntas tales como: <i>menciona dos características químicas de un ácido o cómo se puede determinar el pH de un ácido o una base</i>]
	(IChF2): Descubren la relación existente entre datos empíricos y su formalización lógica o matemática	(IChF2): Sí [califica el trabajo hecho en clase –cuaderno. A partir de lo leído en el libro de texto, solicita: determina la forma de los sólidos, líquidos y gases, realiza un ejemplo de cada uno ellos]
	(MSB2): Transforman sus concepciones y reinterpretan la realidad estudiada por la ciencia	(MSB2): Sí [evalúa ejercicios de copiado de la enciclopedia y la práctica de laboratorio, considerando sólo la forma de presentación no el contenido]
CNAsa	(ASQ3), (EHF3) Y (MAB3): Dan cuenta de los conceptos científicos presentados en clase y reorganizan los que ya tenían	(ASQ3): Sí [pasa rápidamente entre los alumnos y les asigna una calificación en su cuaderno]
		(EHF3): Sí [al inicio realiza una serie de preguntas orales a algunos alumnos, las que evalúa. También aplica exámenes –dos preguntas cerradas y dos ejercicios, uno de calorimetría y otro sobre volumen– con cuaderno abierto]
		(MAB3): Sí [revisa de manera individual el copiado e ilustración del texto. En las tareas no pone atención en el contenido, sólo en la forma: ilustraciones, coloreado, etc.]

Notas

¹ Trabajo posible gracias al financiamiento de la Secretaría de Educación Pública: proyecto PFIE02/32-2.6-18.

² En ese momento, director de Ciencias naturales de la Dirección general de materiales y métodos educativos de la SEP.

³ En ese momento coordinadora general de Actualización y Capacitación para maestros en servicio.

⁴ Integrados por: libro de lecturas, guía de estudio y manual para el asesor del curso en cuestión.

⁵ Sólo se incorporan algunos extractos relevantes, en el curso del análisis realizado, debido a la extensión de las entrevistas y la consiguiente dificultad de anexarlas íntegramente.

⁶ En el proyecto se tomaron diez criterios, pero para este artículo sólo se tomaron seis de ellos; los cuales corresponden a las subcategorías de análisis.

⁷ En el reporte del proyecto se encuentran todos los registros efectuados. En el texto del artículo se presentan datos parciales de todas las poblaciones, para cada subcategoría.

Referencias bibliográficas

- Abell, S. y Roth, M. (1992). "Constraints to teaching elementary science: a case study of a science enthusiast student teacher", *Science Education*, 76 (6), pp. 581-595.
- Brickhouse, N. (1990). "Teacher's beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice", *Journal of Teacher Education*, 41 (3), pp. 53-62.
- Cañal, P. (1995). "Un marco curricular en el modelo sistémico investigativo", en R. Porlán, J. García y P. Cañal (comps.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, Sevilla: Díada editorial, pp. 135-153.
- Dillon, D.; O'Brien, D.; Moje, E. y Stewart, R. (1994). "Literacy learning in secondary school science classrooms: a cross-case analysis of three qualitative studies", *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (4), pp. 345-362.
- Driver, R. (1986). "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos", *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), pp. 3-15.
- Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Madrid: Morata, pp. 19-30.
- Flores, F.; López, A.; Gallegos, L. y Barojas, J. (2000). "Transforming science and learning concepts of physics teachers", *International Journal of Science Education*, 22 (2), pp. 197-208.
- Flores, F.; López, A.; Alvarado, M.; Bonilla, X.; Ramírez, J.; Rodríguez, D. y Ulloa, N. (2001). "Propuesta para el análisis de los compromisos epistemológicos de los profesores de ciencias naturales", en *Memorias del VI Congreso Nacional de Investigación Educativa*, México: COMIE.
- Flores, F.; López, A.; Alvarado, M.; Bonilla, X.; Ramírez, J.; Rodríguez, D. y Ulloa, N. (2002a). "Concepciones de aprendizaje y evaluación: una propuesta analítica", ponencia presentada en la V Convención Nacional de Profesores de Ciencias Naturales, Morelia Michoacán.
- Flores, F.; Gallegos, L.; López, A.; Sosa, P.; Sánchez, M. C.; Alvarado, C.; Bonilla, X.; García, A.; Reachy, B.; Rodríguez, D.; Valdez, S. y Valladares, L. (2002b). *Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los cursos nacionales de actualización*, reporte de investigación, México: UNAM/UPN/SEP.
- Fuentes, O. (2000). "Los esfuerzos por la calidad en la educación básica", en *Memoria del quehacer educativo 1995-2000*, tomo I, México: SEP, pp. 85-90.
- Gallagher, J. J. (1991). "Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science", *Science Education*, 75(1), pp. 121-123.
- López, A.; Flores, F. y Gallegos, L. (2000). "La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 5 (9), pp. 113-135.
- López, A.; Bonilla, X. y Rodríguez, D. (2002). "Parte 4: Análisis en aula", en Flores, et al., *Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los cursos nacionales de actualización*, reporte de investigación, México: UNAM/UPN/SEP, pp. 560-661.

- Martínez, A. (2000). "Construir el programa Nacional para la actualización permanente de educación básica en servicio 1995-2000", en *Memoria del quehacer educativo 1995-2000*, tomo I, México: SEP, pp. 149-172.
- Martínez, A. (1997). "Construir el programa nacional para la actualización permanente: del centro de maestros a la escuela para mejorar el trabajo de los profesores", ponencia presentada en el Encuentro internacional sobre formación de profesores de educación básica para una educación con calidad y equidad, México: SEP/OEI, pp. 1-21.
- Mellado, V. (1997). "Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of nature of science", *Science & Education*, 6 (4), pp. 323-329.
- Nieda, J. y Macedo, B. (1998). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*, México: SEP-Biblioteca del Normalista.
- Porlán, R.; Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II", *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), pp. 271-288.
- Sánchez, A.; Hernández, M. H. y Valdez, R. (2001). "La educación en ciencias en la escuela secundaria", *Educación 2001*, núm. 69, pp. 45-55.
- Segura, D. (1991). "Una premisa para el cambio conceptual. El cambio metodológico", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 9, núm. 2, pp. 175-180.
- SEP (1997). *El libro para el maestro. Física. Secundaria*, México: SEP-Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal.
- SEP (1997). *La enseñanza de la física en la escuela secundaria. Guía de estudio*, México: SEP-Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal.
- Serna, O. y Valdez, R. (2002). "Actualización docente", en G. Waldegg; A. Barahona; B. Macedo y A. Sánchez (coords.), *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*, México: SEP-Biblioteca para la actualización del maestro, pp. 55-78.
- Smith, E. L. y Anderson, C. W. (1984). "Plants as producers: A case study of elementary science teaching", *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (7), pp. 685-698.

Artículo recibido: 23 de septiembre de 2003

Aceptado: 12 de julio de 2004