

Transformación de la enseñanza de la ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los Cursos Nacionales de Actualización

LETICIA GALLEGOS C.,* FERNANDO FLORES C.,** SILVIA VALDEZ A.***

Con el fin de hacer llegar a los profesores la reforma curricular de 1993, la Secretaría de Educación Pública (SEP) desarrolló los Cursos Nacionales de Actualización (CNA). Para realizar una reforma de esta naturaleza se requiere, entre otras cosas, analizar los cambios en las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores, y así conocer el nivel de comprensión y transformación de los docentes. En este trabajo se presenta un estudio de caso sobre esas concepciones y sus indicios de transformación en profesores de Física, Biología y Química. Se hace un análisis a partir de tres categorías principales estrechamente relacionadas con las concepciones de ciencia y aprendizaje: comprensión de conceptos científicos, enfoque y aplicación en el aula. Los resultados dejan entrever que, si bien los profesores que aprobaron los CNA han ampliado sus conocimientos sobre temas disciplinarios, no logran alcanzar una transformación conceptual y que, aunque han integrado un nuevo lenguaje educativo, no llegan a concretarlo en estrategias didácticas que promuevan el desarrollo conceptual de los estudiantes. Se presentan algunas de las posibles razones por las cuales no se llega a concretar la orientación constructivista en la planeación e instrumentación del trabajo en el aula.

The Secretary of Public Education (SEP) developed the called National in Service Training Courses (CNA) to engage secondary science teachers to curricular reform of 1993. To make a reform of these nature is necessary to analyze the teacher conceptions about the nature of science and learning. Principally is necessary to know the level of comprehension and transformation reached on teachers with the courses. In these exploratory study some initial transformation about nature of science and learning on physics, biology and chemistry teachers is showed. The analysis is made over three main categories: Contents, reform conceptual commitments and practice teaching. The results shown that teachers who pass the CNA can reach some better understanding about science topics, nevertheless, the conceptual transformation is not reached and there are not any change in the teachers' classes, only some new word are incorporated to the educational teachers' language. Some considerations about the reasons of these results are made.

Formación de profesores / Secundaria/ Ciencias Naturales
FALTAN EN ILGLES

Recepción: 3 de julio de 2003 /

aprobación: 28 de enero 2004

* Unidad de Pedagogía Cognitiva y Aprendizaje de las Ciencias; Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM.
correo electr@falta

** Dirección General de Escuelas Preparatorias, UAS.
correo electr@falta

INTRODUCCIÓN

La reforma curricular para la escuela secundaria de la Secretaría de Educación Pública (SEP) propuesta en 1993 presenta un enfoque con orientación constructivista, con el que se pretende modificar la práctica docente que ha prevalecido por muchos años y que se puede calificar de “tradicional”, es decir, centrada en la transmisión de conceptos científicos, desde el supuesto implícito de un estudiante carente de ideas científicas previas, receptivo y pasivo. Para hacer llegar a los profesores dicha propuesta y promover tal enfoque, la SEP desarrolló los Cursos Nacionales de Actualización (CNA) dentro del Programa Nacional de Actualización Permanente de Profesores en Servicio (PRONAP).

Maestros, directivos y personal de apoyo técnico-pedagógico de educación básica pueden inscribirse voluntariamente en estos cursos. Con la inscripción a los mismos, los docentes reciben de manera gratuita paquetes didácticos de material impreso y orientación mediante diferentes medios de comunicación (Serna y Valdez, 2002). Los maestros utilizan los materiales de acuerdo con sus estilos de aprendizaje y del tiempo que dispongan. También pueden asistir a asesorías en los Centros de Maestros de manera voluntaria y tienen acceso a la acreditación del curso después de haber aprobado un examen que se aplica en el ámbito nacional y que es tomado en cuenta para la carrera magisterial.

Para llevar a cabo una evaluación que indique el nivel de logro de comprensión y transformación de la práctica docente habitual de los profesores de ciencias, como lo pretende el enfoque de la reforma, es necesario, desde luego, analizar múltiples factores, como la construcción de los materiales con los que abordan el curso, los puntajes alcanzados, el tipo de respuestas que dan en los exámenes de acreditación y los nuevos materiales didácticos, entre otros. Sin embargo, dos aspectos resaltan para poder dar cuenta de los efectos finales de una transformación de esta naturaleza y son las modificaciones en la práctica docente y el cambio en las visiones de ciencia y aprendizaje que están implícitos en el nuevo enfoque. De estos dos factores, la reciente investigación en el campo nos muestra que el segundo de ellos es determinante no sólo para lograr la modificación esperada, sino también para explicar tanto la situación actual como su complejidad de transformación. En este artículo se presenta un análisis de las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores que permite valorar el nivel de transformación logrado en contenidos, enfoque y aplicación en el aula con los CNA y los materiales desarrollados para tal fin.

LAS CONCEPCIONES DE CIENCIA Y APRENDIZAJE

En la última década se ha reconocido que las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores son uno de los factores determinantes en la manera como abordan la enseñanza de la ciencia. Las investigaciones sobre estas concepciones, por lo tanto, han aumentado de manera considerable (Mc Comas y Almazroa, 1998; Matthews, 1998; Lederman, 1995; Cobern, 2000a; Elkana, 2000) y han llegado a establecer categorizaciones donde se ubican las preferencias epistemológicas de los profesores (Larkin y Wellington, 1994; Brickhouse, 1990; Porlán, García y Del Pozo, 1998; Bentley y Garrison, 1991); con ello, indican de qué manera, a través de su percepción de la construcción del conocimiento científico, los profesores conciben la forma en la que deben enseñar. Desde luego, esto no implica una visión explícita y claramente racionalizada de cómo un profesor plantea su interacción con los alumnos, sino, por el contrario, un asunto implícito que se trasluce a través de aspectos como definiciones, formas de abordar los problemas y los conceptos, así como de actitudes y comentarios sobre la ciencia, su construcción y sus implicaciones (Duschl y Wright, 1998).

Lo anterior ha llevado a plantear que para valorar los efectos de una reforma se requiere el análisis de las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores y sus transformaciones. Diversos estudios indican esta necesidad de analizar los programas de formación de docentes en función de los cambios en las representaciones de ciencia y aprendizaje de los profesores (Lederman, 1992; Flores *et al.*, 2000; López, Flores y Gallegos, 2000; Chin-Chung-Tsai, 2002). Al respecto, Gallagher (1991) había ya señalado que existen diferencias entre las intenciones educativas que los profesores expresan y lo que realmente sucede en el salón de clases, lo cual apunta hacia la necesidad de investigar si ha habido transformación de las ideas fundamentales —esto es, su concepción del conocimiento científico y la forma en que se aprende— de los profesores, como resultado de un curso de formación o actualización.

Flores *et al.* (2000), en un estudio llevado a cabo con profesores mexicanos, muestran las formas y posibilidades de transformación de las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores a partir de cursos y procesos de actualización y formación. En él se describe la gran complejidad que implica pasar desde una visión centrada en el empirismo (correlativa al enfoque tradicional de enseñanza) hasta una visión centrada en los principios constructivistas (como la planteada en la reforma de

la SEP). Lo anterior anticipa que las expectativas de un programa como los CNA deben analizarse más en función de los indicios de transformación que en una transformación completa o radical en las concepciones de los docentes.

Es importante señalar que son pocas las investigaciones sobre programas de formación docente en México, como apuntan León *et al.* (1995), y que el problema de las concepciones apenas comienza a ser abordado (Gallegos y Flores, 2003); por eso, en este trabajo, además de caracterizar los efectos en cuanto a la transformación conceptual de los profesores que han cursado los CNA, se pretende contribuir al conocimiento de la situación en nuestro país sobre las concepciones de los profesores y cómo abordar su transformación.

Las transformaciones de las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores se analizan después de haber estudiado y aprobado los cursos del CNA y se comparan con las de los profesores que están llevando el curso y aquellos que no lo han hecho. Cabe apuntar que se trata de una investigación piloto como análisis de casos.

OBJETIVO

El objetivo es determinar la influencia de los CNA en las ideas de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y aprendizaje, de acuerdo con tres categorías: comprensión de los conceptos científicos, enfoque y aplicación en aula. Las dos primeras reflejan, principalmente, las ideas sobre ciencia y la tercera, las de aprendizaje.

METODOLOGÍA

Se aplicaron entrevistas con la intención de obtener información sobre la comprensión de los contenidos científicos, las ideas sobre ciencia y aprendizaje de los profesores y sus perspectivas de aplicación en el aula. Se elaboró una guía de entrevistas, centrada en temas importantes de los cursos del CNA, como se describe más adelante, y se establecieron las categorías de análisis correspondientes a los tres aspectos mencionados (contenidos, enfoque y aprendizaje), derivados de los principales parámetros que fueron construidos a partir de los materiales de los CNA. La duración de cada entrevista fue de una hora y media, y todas fueron audio-grabadas y transcritas para su análisis.

Población

Para desarrollar esta investigación exploratoria se eligió un total de 18 profesores de secundaria, correspondientes a las tres disciplinas que comprende el área de ciencias naturales. Esta población fue seleccionada por tres grupos o estratos: profesores que aprobaron los CNA, aquellos que estaban cursándolos –en el momento de la aplicación– y quienes no los habían cursado. La distribución de los profesores se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1 • Distribución de profesores por disciplinas y grupos				
Disciplina	Grupo 1 Profesores que han aprobado los CNA	Grupo 2 Profesores que están cursando los CNA	Grupo 3 Profesores que no han cursado los CNA	Total de profesores
Física	2	2	2	6
Biología	2	2	2	6
Química	2	2	2	6
Total	6	6	6	18

La población de Física está formada por un profesor normalista y un odontólogo (grupo 1); un profesor normalista y un médico veterinario (grupo 2), así como por un biólogo y un médico (grupo 3). Dos profesores son hombres y cuatro son mujeres. Cinco imparten clases y una profesora es subdirectora y tiene 15 años de no dar clase.

La población de Biología está constituida por un profesor normalista y un biólogo (tanto el grupo 1, como el 2); un médico y un odontólogo (grupo 3). Un profesor es hombre y cinco son mujeres. Todos imparten clases.

La población de Química está compuesta por un profesor normalista (en el momento de la entrevista era subdirector y tenía un año de no impartir clases) y un normalista e ingeniero químico (grupo 1); dos ingenieros químico-industriales (grupo 2); un profesor normalista y un ingeniero en electrónica. Cuatro profesores son hombres y dos son mujeres. Cinco de ellos imparten clases.

Categorías de análisis

Para llevar a cabo el análisis por categoría se partió del reconocimiento de los logros obtenidos por los profesores con relación a

los objetivos planteados en los cursos del PRONAP. Flores *et al.* (2002) plantean que, en general, los objetivos de estos cursos se resumen en los 11 parámetros siguientes.

- Mejor y mayor dominio de contenidos científicos.
- Capacidad para tomar en cuenta y aprovechar en clase las ideas previas de los alumnos.
- Mostrar una naturaleza de la ciencia menos rígida y más acorde con las visiones epistemológicas contemporáneas.
- Favorecer el trabajo en equipo y la discusión informada y razonada.
- Incorporar las actividades y experimentos como parte fundamental del proceso didáctico.
- Incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza.
- Desligarse de la enseñanza enciclopédica, memorística y de ejercicios rutinarios.
- Contribuir al desarrollo de las habilidades de resolución de problemas en los alumnos.
- Procurar la comprensión conceptual en los alumnos flexibilizando tiempos y actividades de aprendizaje.
- Habilidad de los profesores para desarrollar estrategias didácticas y adecuarse al proceso conceptual de los alumnos.
- Capacidad de los profesores para evaluar, con procedimientos adecuados, el desarrollo conceptual de los alumnos, en lo individual y en su trabajo en equipo.

Con base en estos parámetros, se establecieron las tres categorías mencionadas.

- La categoría *contenidos* está referida a los contenidos científicos de las distintas disciplinas, los cuales se analizan a través de todas las preguntas que se formularon en la entrevista y, en particular, en preguntas específicas sobre los conceptos científicos y la forma como los comprenden los profesores (parámetro 1).
- La categoría *enfoque* se divide en dos: una que abarca las concepciones de ciencia y la otra que incluye las concepciones de aprendizaje. En la primera se encuentran las ideas relacionadas con la naturaleza de la ciencia (parámetro 3) y el enfoque histórico (parámetro 6), mientras que en la segunda se analizan las ideas sobre la enseñanza (parámetro 7), las ideas previas de los alumnos –que es uno de los temas en que los materiales para los maestros ponen especial énfasis– (parámetro 2), la resolución de problemas (parámetro 8) y las for-

mas de mejorar la comprensión conceptual de los alumnos (parámetro 9).

- La categoría *aplicación* en aula incluye aspectos como: la importancia del trabajo en equipo y la discusión razonada (parámetro 4), las actividades experimentales (parámetro 5), el tipo de estrategias didácticas que lleven al progreso conceptual de los alumnos (parámetro 10) y las distintas formas de evaluación (parámetro 11), por lo que dan información detallada de las concepciones de aprendizaje de los profesores.

La guía de entrevista

Las preguntas de la entrevista se formularon mediante el establecimiento de problemas análogos –en cuanto a situaciones didácticas– a los aplicados en los exámenes nacionales de acreditación (Exámenes de Acreditación. Índices Estadísticos de los Reactivos 1999-2000 y 2000-2001, SEP). Para el desarrollo de la entrevista se determinaron los contextos fenomenológicos (por ejemplo, situaciones de clase en las que se propone al profesor un escenario donde tendría que describir cómo reaccionaría o qué haría, por ejemplo, cómo respondería ciertas preguntas de sus alumnos, cómo abordaría un determinado experimento, etc.) que permitieran averiguar, de manera sistemática, las tres categorías descritas que incluyen los 11 parámetros descritos arriba. En el caso específico de los contenidos, éstos se abordaron a partir de la misma situación y contexto que se utilizaron para las demás categorías, reconociendo que hay una dependencia entre el contexto y la idea de ciencia expresada (Leach, 1999).

Los contenidos específicos sobre los que se construyeron las preguntas de la entrevista para cada disciplina fueron seleccionados de acuerdo con la importancia que éstos tienen en los materiales del programa del Curso Nacional de Actualización, de cada materia. A continuación se presentan los contenidos para cada una de las tres áreas:

- Física: naturaleza de la ciencia, mecánica, calor, electricidad, luz y óptica, y energía.
- Biología: genética, naturaleza de la ciencia, ecología, evolución, sexualidad y salud.
- Química: fenómenos físicos y químicos, propagación y efectos del calor, naturaleza de la materia, ácidos y bases, electrólisis y reacciones químicas.

En el anexo 1 se presenta un ejemplo de la guía de entrevista.

RESULTADOS

A partir de la transcripción de las entrevistas se identificaron las ideas de los profesores, correspondientes a cada una de las categorías y parámetros antes señalados. Los resultados se presentan por disciplina, categoría, parámetro y grupos de profesores.

Disciplina: Física

Categoría: Contenidos

Parámetro 1 (Dominio de contenidos)

- Grupo 1. Muestran un conocimiento general y superficial de los contenidos en todos los temas investigados; sin embargo, no hay un dominio de los conceptos físicos.
- Grupo 2. Presentan problemas en el dominio de los contenidos de Física; reconocen sólo los temas que enseñan, y resalta la presencia de ideas previas semejantes a las de los alumnos.
- Grupo 3. El manejo de los contenidos es muy deficiente; los profesores pueden hablar solamente de los temas que imparten, y tienen ideas previas sobre los conceptos analizados, por ejemplo, existencia de la fuerza centrífuga en el movimiento circular, y la existencia de energías negativas y positivas que se traducen en la simpatía o antipatía entre personas.

Categoría: Enfoque

Parámetro 2 (Tomar en cuenta las ideas previas de los alumnos)

- Grupo 1. Las ideas previas de los estudiantes son concebidas como el resultado de una experiencia significativa que queda asimilada en el cerebro del sujeto.
Para ellos, cambiar las ideas previas es sencillo, ya que una vez que son identificadas se corrigen con sólo definir el concepto correcto.
- Grupo 2. Las ideas previas son los antecedentes o prerrequisitos que los alumnos deben tener como producto de cursos anteriores y son parte del conocimiento escolar.
No reconocen dificultades en la comprensión de los conceptos, ya que si se observa algún experimento, esto es suficiente para comprenderlo; en todo caso, consideran que la dificultad en la comprensión de los conceptos está en las operaciones matemáticas.

- Grupo 3. Los estudiantes tienen su mente en blanco cuando ingresan al salón.

Consideran que las ideas previas aparecen por la experiencia cotidiana, por ejemplo, la electricidad está en los objetos; sin embargo, piensan que son fáciles de cambiar.

Parámetro 3 (Naturaleza de la ciencia menos rígida)

- Grupo 1. Conciben la ciencia como producto de lo que se percibe y se descubre; consideran que la ciencia cambia siempre hacia el progreso, y que el método científico es parte de la construcción de la ciencia.

- Grupo 2. La ciencia está en los objetos por lo que los experimentos son muy importantes, ya que dan validez a las teorías y leyes.

El conocimiento es acumulativo y progresivo, y el método que utiliza la ciencia es el método científico.

Consideran que los científicos descubren las leyes y teorías que hay en la naturaleza.

- Grupo 3. La ciencia cambia cuando las teorías se hacen obsoletas, y las nuevas siempre son más claras y válidas y se comprueban a través de la experimentación que incluye principios matemáticos.

Parámetro 6 (Historia de la ciencia en la enseñanza)

- Grupo 1. Consideran que los cambios de las ideas a lo largo de la historia son importantes para mostrar la dinámica del conocimiento científico.

La historia motivará a los estudiantes para hacer investigaciones sencillas al compararse con pensadores antiguos.

- Grupo 2. La historia es un elemento motivador e introductor, pero no tiene gran valor educativo, por lo que no lo incorporan en sus estrategias didácticas.

- Grupo 3. Consideran que la historia permite ver el cambio en instrumentos, teorías y personajes, lo que puede ayudar a ver las modificaciones en las teorías.

Parámetro 7 (Enseñanza enciclopédica, memorística y de ejercicios rutinarios)

- Grupo 1. Se rechaza categóricamente la memorización y debe sustituirse por una expresión personal, aunque poco precisa de los conceptos.

Los ejercicios rutinarios no son bien acogidos y la investigación bibliográfica es una habilidad que se busca desarrollar en los estudiantes.

- Grupo 2. Los ejercicios son importantes, sobre todo para ejercitarlos operativamente.
- Grupo 3. Se niega el aprendizaje memorístico, sin embargo, sus estrategias didácticas son rígidas y con un esquema tradicional. En tal sentido, los ejercicios que realizan los estudiantes son rutinarios.

Parámetro 8 (Resolución de problemas)

- Grupo 1. No se identifican las ventajas de la capacidad de resolución de problemas en los alumnos. Mayor cantidad de práctica dará mejores resultados en el aprendizaje de los conceptos.
- Grupo 2. La resolución de problemas está centrada en ejercicios matemáticos.

Los problemas apoyan el razonamiento de los estudiantes y la aplicación de su conocimiento a situaciones prácticas.

- Grupo 3. Los problemas son ejercicios rutinarios y de verificación de datos.

Parámetro 9 (Flexibilización de tiempos y actividades)

- Grupo 1. No hay límite de tiempo para la realización de actividades de aprendizaje. Enfatizan la necesidad de hacer actividades sencillas que permitan una enseñanza más dinámica.
- Grupo 2. Resaltan el uso de actividades cotidianas y su relación con el conocimiento escolar. Sus esquemas de trabajo continúan siendo rígidos y tradicionalistas.
- Grupo 3. El esquema educativo es totalmente tradicional, y no hay flexibilización de tiempo ni de actividades en función de la comprensión conceptual de los alumnos.

Categoría: Aplicación en aula

Parámetro 4 (Trabajo en equipo y discusión informada y razonada)

- Grupo 1. El trabajo en equipo es conveniente para problemas que tengan cierta dificultad, ya que los estudiantes pueden apoyarse entre sí.

En ningún caso se resalta la importancia de la discusión razonada entre los estudiantes.

- Grupo 2. No consideran el trabajo en equipo como un factor que posibilite el aprendizaje. En todo caso, es el trabajo individual el que dará frutos.
- Grupo 3. No suponen que la discusión y el análisis de la información en conjunto, contribuya al progreso conceptual de los alumnos.

Parámetro 5 (Actividades y experimentos)

- Grupo 1. Los experimentos son un eje importante, ya que a través de la percepción de ellos los estudiantes tendrán posibilidades de comprobar las teorías.

En ningún caso se considera que a partir de la experimentación habrá una construcción de conocimiento.

- Grupo 2. La incorporación de actividades experimentales en el proceso didáctico es muy importante para este grupo, ya que de ellas depende que los alumnos reconozcan los conceptos científicos.

El procedimiento didáctico es rígido y no da pie para que los estudiantes analicen lo que observan.

- Grupo 3. Consideran que la experimentación es un factor importante para el aprendizaje; sin embargo, la rigidez del esquema de desarrollo de las prácticas la convierten en un proceso repetitivo y mecánico.

Parámetro 10 (Estrategias didácticas y su adecuación al proceso conceptual de los alumnos)

- Grupo 1. Las estrategias didácticas se adecuan a la concepción que tenga el profesor. Si consideran que los conceptos se pueden percibir experimentalmente, la estrategia tiene énfasis en las actividades; sin embargo, si los conceptos son muy abstractos, entonces primero se presentan verbalmente y después se elabora un esquema de representación, a partir de modelos macroscópicos. La estrategia no se adecua al desarrollo conceptual de los estudiantes, sino a la interpretación que le dan los profesores a los conceptos.
- Grupo 2. Para estos profesores, las estrategias tienen un esquema tradicional: explicación del tema, por ejemplo, lluvia de ideas, actividades de laboratorio, ejercicios matemáticos y examen.

No toman en cuenta las ideas de los estudiantes, ni su progreso conceptual.

- Grupo 3. Preguntan a los estudiantes sobre sus ideas, pero no

las toman en cuenta; dictan apuntes y, de acuerdo con ellos, los experimentos y problemas confirman el conocimiento teórico.

Parámetro 11 (Evaluación con procedimientos adecuados)

- Grupo 1. Evalúan las acciones de los alumnos y no el desarrollo conceptual de los mismos. Asimismo, evalúan el trabajo individual y en equipo y no desaparece el examen al final del tema que enfatiza la memorización.
- Grupo 2. Para la evaluación se toma en cuenta: participación, rapidez, exámenes, presentación de cuadernos, conducta, solución de problemas prácticos.
- Grupo 3. Evalúan conducta, participación, ejercicios, prácticas y aplican un examen tradicional.

Consideran que los errores de los estudiantes durante su evaluación se deben a la falta de dedicación en casa.

GRÁFICA 1 • Distribución de profesores por disciplinas y grupos

Categorías	Parámetros	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Contenidos	1	⓪	✗	✗
	2	⓪	✗	✗
Enfoque	3	✗	✗	✗
	6	⓪	✗	⓪
	7	⓪	✗	✗
	8	✗	✗	✗
	9	✓	✗	✗
	11	✗	✗	✗
Aplicación en aula	4	⓪	✗	✗
	5	✗	✗	✗
	10	✗	✗	✗
	11	✗	✗	✗

✓ Logrado, ⓪ En proceso, ✗ No logrado

En la gráfica 1 se destaca el proceso de cambio en las visiones de los profesores del grupo 1, respecto a los otros dos; logran cambios en el parámetro 9 y se encuentran en proceso de cambio en 5 de los 10 restantes.

Disciplina: Biología

Igual que para Física se presenta una síntesis de las ideas de los profesores de Biología por categoría, parámetro y grupo.

Categoría: Contenidos

Parámetro 1. (Dominio de contenidos)

- Grupo 1. Manifiestan un conocimiento superficial de los tópicos investigados, y muestran ideas previas semejantes a las de los alumnos.
- Grupo 2. Presentan un dominio deficiente de los conceptos. La exposición de ejemplos sustituye, en algunos casos, a las explicaciones sobre los conceptos.
Resaltan sus ideas previas sobre los conceptos investigados.
- Grupo 3. El manejo de los contenidos es muy deficiente.
Los profesores sostienen las mismas ideas previas que la literatura reporta para los estudiantes.

Categoría: Enfoque

Parámetro 2 (Tomar en cuenta las ideas previas de los alumnos)

- Grupo 1. Algunos profesores identifican las ideas previas de los estudiantes como los antecedentes que el alumno requiere sobre un tema, particularmente para el caso de genética. Otros piensan que son las ideas previas a la instrucción, y que su transformación se realizará a través de ejercicios comparativos, ejemplos correctos y videos.
- Grupo 2. Algunos identifican las ideas previas de sus estudiantes como los antecedentes teóricos necesarios. Los demás afirman que la superación de las ideas previas, entendidas como las que no se generan en la escuela, se logra con sólo mencionar lo que está equivocado y lo que es correcto.
- Grupo 3. No reconocen las ideas previas de los estudiantes y sostienen las mismas ideas previas reportadas para los estudiantes en diversas investigaciones.

Parámetro 3 (Naturaleza de la ciencia menos rígida)

- Grupo 1. Reconocen que la ciencia cambia y progresa debido a la tecnología. Señalan que la ciencia es un mecanismo para

resolver problemas y que el método científico, a través de la experimentación, permite comprobar las hipótesis.

- Grupo 2. La ciencia es un proceso de descubrimiento y siempre avanza hacia la verdad. Consideran que el método científico, a través de la experimentación y la observación de la naturaleza, permite comprobar la certeza de las hipótesis.
- Grupo 3. La ciencia se descubre y progresa hacia la verdad. Lo científico está comprobado experimentalmente.

Parámetro 6 (Historia de la ciencia en la enseñanza)

- Grupo 1. La historia es importante para mostrar la dinámica de cambio de la ciencia. Plantean que la incorporación de la historia en la enseñanza tiene el objeto de mostrar las limitaciones del pasado y de permitir la comparación y la verificación de las ideas actuales con las que ya han sido rechazadas.
- Grupo 2. Suponen que la historia es importante porque ofrece los antecedentes que los estudiantes no tienen sobre un tema y que, además, permite mostrar las limitaciones y los errores del pasado.
- Grupo 3. Piensan que la historia no se incorpora en la enseñanza y que las anécdotas tienen como objetivo comparar el pasado con el presente.

Parámetro 7 (Enseñanza enciclopédica, memorística y de ejercicios rutinarios)

- Grupo 1. Hay una cierta tendencia a desligarse de una enseñanza tradicional. Los ejercicios rutinarios no son tan frecuentes en ellos y la memorización es importante, aun cuando la consideran como no suficiente.
- Grupo 2. La memorización no es deseable; sin embargo, la usan en sus evaluaciones. Consideran que la serie de actividades que los alumnos realizan sirve para que éstos se graben los conceptos y no los olviden fácilmente.
- Grupo 3. El esquema de clase de este grupo es completamente tradicional.

El profesor interviene la mayor parte del tiempo y los estudiantes sólo tienen espacios para preguntar dudas.

Parámetro 8 (Resolución de problemas)

- Grupo 1. La resolución de problemas es importante, pero no hay una clara justificación para su afirmación. Algunos consi-

deran que los problemas deben tener la forma de preguntas sobre ciertas situaciones cotidianas.

Los problemas, en general, son ejercicios de corte matemático.

- Grupo 2. Piensan que la resolución de problemas de corte matemático para el tema de genética y comparativos para el tema de evolución, permiten predecir y verificar la certeza de los trabajos de Mendel y de Darwin.
- Grupo 3. Desconocen cómo utilizar la resolución de problemas.

Parámetro 9 (Flexibilización de tiempos y actividades)

- Grupo 1. Los objetivos de las actividades se planean de tal manera que es posible hacer cambios si los resultados no son satisfactorios. Las actividades no se planean.
- Grupo 2. Planifican las actividades por realizar y van haciendo ajustes según las características de cada grupo. Argumentan que es importante enfrentar a los estudiantes a la naturaleza o simulaciones de ésta, para que ellos solos descubran el conocimiento científico.
- Grupo 3. El esquema es tradicional y apegado al libro de texto.

Categoría: Aplicación en aula

Parámetro 4 (Trabajo en equipo y discusión informada y razonada)

- Grupo 1. Consideran que el trabajo en equipo permite la retroalimentación entre los estudiantes. Por tanto, favorecen las discusiones grupales y el trabajo individual.
- Grupo 2. Piensan que deben trabajar en equipo, ya que facilita el trabajo de los estudiantes y el de ellos mismos.
- Grupo 3. Consideran que el trabajo en equipo es útil por lo numeroso de los grupos y la falta de tiempo.

Parámetro 5 (Actividades y experimentos)

- Grupo 1. Las actividades experimentales tienen la forma de prácticas tradicionales, de actividades manuales o bien de mediciones para el cuidado ambiental. En ningún caso consideran que a partir de la experimentación habrá un proceso de construcción de conocimiento.
 - Grupo 2. La incorporación de actividades experimentales es muy importante porque, a través de ellas, los alumnos

descubren y verifican lo que se comenta en clase. Señalan que con las actividades manuales y los juegos, los estudiantes automáticamente comprenden los conceptos.

- Grupo 3. Incorporan en su clase prácticas de laboratorio tradicionales.

Parámetro 10 (Estrategias didácticas y su adecuación al proceso conceptual de los alumnos)

- Grupo 1. Las estrategias que utilizan no se adecuan al desarrollo conceptual de los estudiantes, sino a la interpretación que aquellos tienen sobre los conceptos.

Dependiendo de los conceptos, incorporan con cierto énfasis actividades con los alumnos que pueden ser experimentales, discusiones grupales, mapas conceptuales o videos, aunque el esquema de clase siempre es el mismo, independientemente de los conceptos y del progreso de los alumnos.

- Grupo 2. No se identificó el uso de estrategias didácticas adecuadas al progreso conceptual de los alumnos. Su esquema de clases es tradicional y comprende lecturas, lluvia de ideas y diversas actividades de campo o manuales.
- Grupo 3. El esquema es tradicional y basado en el libro de texto. Hay rigidez en los cursos.

Parámetro 11 (Evaluación con procedimientos adecuados)

- Grupo 1. Toman en cuenta el trabajo en equipo e individual para la evaluación. Diariamente evalúan el trabajo que los alumnos van desarrollando y lo que van aprendiendo.

El examen enfatiza la memorización y es un elemento central en algunos casos.

- Grupo 2. El esquema de evaluación se muestra tradicional. En la evaluación se incluyen la participación individual del alumno y su trabajo en equipo, en tanto que utilizan el examen tradicional como el medio objetivo para evaluar a los estudiantes.

Afirman que las respuestas memorizadas ofrecen los mejores resultados. También evalúan los rasgos de liderazgo de los estudiantes.

- Grupo 3. El examen es lo más importante. Evalúan conducta, cuestionarios, trabajos escritos, rapidez, prácticas. Suponen que no importa el desarrollo conceptual de los alumnos.

GRÁFICA 2 • Distribución de parámetros y categorías por grupos

Categorías	Parámetros	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Contenidos	1	☺	✗	✗
Enfoque	2	✗	✗	✗
	3	✗	✗	✗
	6	☺	☺	✗
	7	☺	✗	✗
	8	☺	☺	✗
	9	☺	☺	✗
Aplicación en aula	4	☺	✗	✗
	5	✗	✗	✗
	10	✗	✗	✗
	11	☺	✗	✗

✓ Logrado, ☺ En proceso, ✗ No logrado

El grupo 1, a diferencia de los dos restantes, presenta un proceso de cambio en la mayoría de los parámetros, por lo que se manifiesta un efecto positivo de los CNA. El grupo 2 inicia su proceso de cambio en dos parámetros relacionados con la categoría de enfoque, mientras que en el grupo 3 no se presenta ningún cambio en los parámetros.

Disciplina: Química

Se presenta una síntesis de igual manera que para las disciplinas anteriores.

Categoría: Contenidos

Parámetro 1 (Dominio de contenidos)

- Grupo 1. Presentan un conocimiento básico general de los conceptos indagados. Se aprecia un manejo conceptual limitado y confusión conceptual al profundizar en los temas específicos.
- Grupo 2. Tienden a simplificar y a generalizar, lo que lleva a errores conceptuales. Presentan confusiones entre los conceptos, y sus explicaciones son descriptivas y no dan explicaciones en el nivel de partículas.

- Grupo 3. Se aprecia una simplificación conceptual que deriva en errores conceptuales. Utilizan los conceptos en un nivel superficial, con énfasis en la parte descriptiva y se omiten las explicaciones.

Categoría: Enfoque

Parámetro 2 (Tomar en cuenta las ideas previas de los alumnos)

- Grupo 1. Identifican las ideas previas con los antecedentes académicos.
- Grupo 2. Conciben las ideas previas como equivalente a antecedentes académicos.
- Grupo 3. Las ideas previas son los antecedentes académicos.

Parámetro 3 (Naturaleza de la ciencia menos rígida)

- Grupo 1. Destaca su concepción empirista, objetiva de la ciencia, donde la experimentación ocupa un lugar predominante en la obtención del conocimiento.
Piensan que los conceptos no son tan importantes sino, ante todo, la experiencia, lo que el estudiante puede observar y describir. Conciben al conocimiento científico como algo provisional.
- Grupo 2. Conciben la construcción del conocimiento científico centrada en la observación, descripción e identificación de los fenómenos con los que se experimenta. Consideran que la elaboración conceptual no es importante.
- Grupo 3. La experimentación es el medio para construir la ciencia.

Parámetro 6 (Historia de la ciencia en la enseñanza)

- Grupo 1. La historia de la ciencia en la enseñanza de la disciplina es concebida como relatos verídicos que no deben confundirse con las narraciones literarias.
- Grupo 2. La incorporación de la historia en la enseñanza de la Química la consideran como un reto para la construcción de aprendizajes significativos.
- Grupo 3. Plantean que se debe enseñar parte de la historia para que los estudiantes conozcan las bases del conocimiento actual. Comparten una visión acumulativa de la ciencia.

Parámetro 7 (Enseñanza enciclopédica, memorística y de ejercicios rutinarios)

- Grupo 1. Se aprecian cambios en las estrategias de enseñanza. Destaca la idea de que lo importante es “hacer” y no “recitar” conceptos. Es importante describir los procesos experimentales observados.
- Grupo 2. Las actividades que desarrollan en clase se centran en las definiciones.
- Grupo 3. La práctica docente está basada en actividades que sobreestiman la memorización. En ellos se aprecia falta de creatividad y de conocimiento suficiente, y recurren a la realización de experimentos que llamen la atención de los estudiantes, aunque sólo se queden en ese objetivo.

Parámetro 8 (Resolución de problemas)

- Grupo 1. Piensan que la resolución de problemas y la experimentación son equivalentes. Promueven la resolución de problemas aritméticos convencionales.
- Grupo 2. La resolución de problemas se concreta en la utilización de fórmulas para la resolución de problemas específicos.
- Grupo 3. Conciben el proceso de resolución de problemas de manera tradicional; lo reducen al proceso de aplicación y desarrollo de fórmulas.

Parámetro 9 (Flexibilización de tiempos y actividades)

- Grupo 1. Identifican, mediante preguntas orales, si los estudiantes han aprendido un tema y, de no ser así, le dedican un poco más de tiempo. No obstante, consideran que la parte conceptual no es tan importante.
- Grupo 2. La flexibilización de los tiempos está en función del proceso de comprensión por parte de los alumnos.
- Grupo 3. El tiempo no es un factor que importe, sólo es cuestión de reprogramar y ajustar las actividades al tiempo con que se cuenta.

Categoría: Aplicación en aula

Parámetro 4 (Trabajo en equipo y discusión informada y razonada)

- Grupo 1. Se favorece tanto el trabajo individual como el de equipo, sobre todo en el laboratorio.

- Grupo 2. Se aprecia un avance en la organización del trabajo en el grupo. Reconocen la importancia del trabajo individual y en equipo.
- Grupo 3. No se concibe la posibilidad de trabajo en equipos de estudiantes.

Parámetro 5 (Actividades y experimentos)

- Grupo 1. Piensan que el trabajo de laboratorio facilita el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, el trabajo experimental, en el mejor de los casos, se reduce a un proceso de comprobación de lo que se revisa en clase.
- Grupo 2. Los experimentos son un soporte muy importante, ya que es una oportunidad para que los estudiantes comprueben la teoría.
No visualizan la posibilidad que ofrece el trabajo experimental para la construcción conceptual.
- Grupo 3. La práctica de laboratorio debe tener como antecedente la explicación.

Parámetro 10 (Estrategias didácticas y su adecuación al proceso conceptual de los alumnos)

- Grupo 1. Se habla de un proceso de aprendizaje compartido, pero no tienen claro por qué.
- Grupo 2. Consideran que los conocimientos académicos se deben vincular a la vida cotidiana de los estudiantes.
Las estrategias que emplean estos profesores no corresponden con los progresos conceptuales de los estudiantes.
- Grupo 3. El método de enseñanza que utiliza este grupo está basado en la memorización de conceptos; para ellos, es muy importante que el alumno observe fenómenos muy llamativos.

Parámetro 11 (Evaluación con procedimientos adecuados)

- Grupo 1. Una visión predominante es la de evaluar “todo”, es decir, el cumplimiento de los alumnos en todas las actividades que se promueven, más que la evaluación escrita donde el estudiante ponga en juego todo lo aprendido durante el transcurso de la enseñanza de un tema o unidad.
Se aprecian indicios de una incorporación de elementos de una evaluación formativa, pero sin llegar a serlo; explican que el principal obstáculo para una evaluación de ese tipo es la gran cantidad de alumnos con que cuentan.

- Grupo 2. El control de registro de las actividades que el alumno realiza y el examen teórico de pocas preguntas son los dos enfoques que predominan en este proceso.
- Grupo 3. Además de basarse en la memorización de los conceptos, dudan de la capacidad de los estudiantes para memorizarlos, por lo que se conforman con que tengan tan sólo una aproximación de los mismos.

GRÁFICA 3 • Distribución de parámetros y categorías por grupo

Categorías	Parámetros	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Contenidos	1	☺	✗	✗
	2	✗	✗	✗
Enfoque	3	✗	✗	✗
	6	✗	☺	✗
	7	☺	✗	✗
	8	✗	✗	✗
	9	☺	☺	✗
Aplicación en aula	4	☺	☺	✗
	5	✗	✗	✗
	10	✗	✗	✗
	11	☺	✗	✗

✓ Logrado, ☺ En proceso, ✗ No logrado

En este caso, no se aprecian notables diferencias entre los grupos 1 y 2. Los profesores del grupo 1 avanzan poco en la categoría de enfoque en relación con el grupo 2. El grupo 3 no presenta avance en ninguno de los parámetros.

ANÁLISIS DE LAS IDEAS DE LOS PROFESORES

A continuación se muestra en los cuadros 2, 3 y 4 una síntesis de las ideas expresadas por los profesores de cada disciplina de acuerdo con las categorías que integran cada uno de los distintos parámetros.

CUADRO 2 • Síntesis de las ideas expresadas por los profesores de Física, por categorías y por grupo			
Categorías	Grupo 1	Física Grupo 2	Grupo 3
Contenidos	Dominio básico pero con presencia de algunas ideas previas.	Deficiencias que se manifiestan en la presencia de ideas previas.	Deficiencias que se manifiestan en la presencia de ideas previas.
Enfoque <i>Visión de ciencia</i>	Concepción de ciencia acumulativa y que describe la realidad. El descubrimiento se da por el método científico y la experimentación es prueba de la veracidad de las leyes y teorías.	Concepción de ciencia acumulativa y que describe la realidad. El descubrimiento se da por el método científico y la experimentación es prueba de la veracidad de las leyes y teorías.	Concepción de ciencia acumulativa y que describe la realidad. El descubrimiento se da por el método científico y la experimentación es prueba de la veracidad de las leyes y teorías.
<i>Visión de aprendizaje</i>	Reconocen la existencia de ideas previas, pero desconocen cómo incorporarlas. Hay avance en la flexibilización de tiempos y actividades; rechazo a la enseñanza tradicional enciclopédica, memorística y de ejercicios rutinarios. La historia de la ciencia muestra que es alcanzable por todos.	Visión tradicional de la enseñanza.	Visión de enseñanza tradicional. La historia de la ciencia muestra que es alcanzable por todos.
Aplicación en aula	La función de la experimentación es para verificar conceptos vistos en clase. Visión tradicional de aprendizaje; estrategias centradas en contenidos. El trabajo en equipo es considerado útil. La evaluación no se basa en el desarrollo de los alumnos.	La función de la experimentación es para verificar conceptos vistos en clase. Visión tradicional de aprendizaje; estrategias están centradas en los contenidos. El trabajo en equipo no se considera útil. La evaluación no se basa en el desarrollo de los alumnos.	La función de la experimentación está claramente definida. Visión tradicional de aprendizaje; estrategias están centradas en los contenidos. El trabajo en equipo no es útil para el aprendizaje

CUADRO 3 • Síntesis de las ideas expresadas por los profesores de Biología, por categorías y por grupo			
Categorías	Grupo 1	Biología Grupo 2	Grupo 3
Contenidos	Dominio básico de los contenidos. Presencia de ideas previas	Manejo deficiente de los contenidos. Presencia de ideas previas	Manejo deficiente de los contenidos. Presencia de gran cantidad de ideas previas
Enfoque <i>Visión de ciencia</i>	La ciencia es conocimiento verdadero, acumulativo y progresivo. Con el método científico; observación y experimentación, se comprueban las teorías.	La ciencia es conocimiento verdadero, acumulativo y progresivo. Con el método científico; observación y experimentación, se comprueban las teorías.	La ciencia es conocimiento verdadero, acumulativo y progresivo. Con el método científico; observación y experimentación, se comprueban las teorías.
<i>Visión de aprendizaje</i>	Reconocen a las ideas previas como los antecedentes académicos. Tendencia a desligarse de una enseñanza tradicional. Consideran a la historia en la enseñanza para mostrar los cambios en la ciencia. Conciben a los estudiantes como sujetos activos en el aprendizaje	Reconocen a las ideas previas como los antecedentes académicos. Incorporan la historia en la enseñanza para mostrar los cambios en la ciencia. La enseñanza es tradicional, pero intentan tomar en cuenta las características de los alumnos.	La enseñanza es tradicional. La historia no es relevante en ningún sentido.
Aplicación en aula	Las actividades experimentales se traducen en prácticas tradicionales. Mantienen una práctica tradicional de aprendizaje centrada en contenidos. La evaluación está apegada al desarrollo conceptual de los alumnos en lo individual y en su trabajo en equipo; Utilizan mapas conceptuales.	Las actividades experimentales son para verificar y descubrir los conceptos. Mantienen una práctica tradicional de aprendizaje centrada en contenidos. Se evalúa con el examen de opción múltiple, también se evalúa la conducta.	La enseñanza es tradicional centrada en contenidos. Se evalúa con el examen de opción múltiple, también se evalúa la conducta.

CUADRO 4 • Síntesis de las ideas expresadas por los profesores de Química, por categorías y por grupo			
Categorías	Grupo 1	Química Grupo 2	Grupo 3
Contenidos	Conocimiento general de los contenidos.	Manejo deficiente de los contenidos.	Manejo deficiente de los contenidos.
Enfoque <i>Visión de ciencia</i>	Visión empirista de la ciencia. La experimentación es la forma de obtener conocimiento.	Visión empirista de la ciencia. La experimentación es la forma de obtener conocimiento.	Visión empirista de la ciencia. La experimentación es la forma de obtener conocimiento.
<i>Visión de aprendizaje</i>	Consideran que las ideas previas son los antecedentes académicos. La historia considerada solo como relatos.	Consideran que las ideas previas son los antecedentes académicos que deben tener los alumnos. La historia no es importante en la enseñanza. La enseñanza de los conceptos está centrada en definiciones	Consideran que las ideas previas son los antecedentes académicos que deben tener los alumnos. La historia no es importante en la enseñanza. La enseñanza de los conceptos está centrada en definiciones
Aplicación en aula	Contemplan la resolución de problemas como ejercicios aritméticos. La experimentación es para la comprobación del conocimiento. El trabajo en equipo contribuye al aprendizaje. Consideran que la evaluación debe ser formativa. Vinculación de los conocimientos escolares con la vida cotidiana usando materiales caseros en los experimentos.	Contemplan la resolución de problemas como ejercicios aritméticos. La experimentación para la comprobación de conocimiento. El trabajo en equipo contribuye al aprendizaje. La evaluación se centra en los contenidos. Vinculan los conocimientos escolares con la vida cotidiana usando materiales caseros en los experimentos.	Contemplan la resolución de problemas como ejercicios aritméticos. La experimentación para la comprobación de conocimiento. El trabajo en equipo contribuye al aprendizaje. La evaluación se centra en los contenidos. Vinculan los conocimientos escolares con la vida cotidiana usando materiales caseros en los experimentos.

En relación con la categoría contenidos, destaca que los profesores de los tres grupos y las tres disciplinas manifestaron un deficiente manejo de los mismos, aunque en las tres asignaturas los profesores del grupo 1, que son quienes ya aprobaron el CNA, presentaron menos errores y mayor claridad en los conceptos que los de los otros dos grupos.

En cuanto al enfoque relacionado con la concepción de ciencia, sobresale la visión acumulativa y progresiva de la ciencia. Los profesores de las tres asignaturas conciben el método científico como la vía de descubrimiento y comprobación de leyes y teorías; así, el trabajo de experimentación tiene como función principal la verificación del conocimiento, principalmente en los profesores de Química, para quienes la actividad experimental es más importante que el proceso de construcción y desarrollo conceptual. Sobre la visión de aprendizaje, mientras que los profesores de Física del grupo 1 y los de Biología de los grupos 1 y 2 reconocen la existencia de las ideas previas de los estudiantes e incorporan la historia en la enseñanza para mostrar los cambios en la ciencia y que es alcanzable por todos; los profesores de los tres grupos de Química conciben las ideas previas como los antecedentes académicos que deben tener los estudiantes para aprender un nuevo tema, de manera contraria a lo que plantean los cursos donde este aspecto constituye uno de los pilares sobre los que se desarrollan los materiales; los profesores tampoco reconocen la importancia de la historia en la enseñanza de la Química. En todos los casos, el grupo que ha cursado el CNA da muestras de reconocer que la enseñanza tradicional no es adecuada y que es necesaria una transformación; sin embargo, como se ve en la categoría de aplicación en el aula, esto se queda en las concepciones de los profesores y no puede ser llevado a la práctica.

En relación con la aplicación en el aula, no existen diferencias notables entre los tres grupos; predomina una concepción tradicional del aprendizaje, ya que sus estrategias didácticas están centradas en los contenidos y en los ejercicios rutinarios. En relación con los procedimientos de evaluación destaca el registro de todas las actividades que realizan los estudiantes, como un intento de llevar a cabo un proceso de evaluación formativa, aunque no se despegan del examen convencional de opciones múltiples centrados en definiciones y ejercicios.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran una situación de logro muy escaso de la aplicación de los CNA. Los logros y las etapas de

transformación, como lo muestran las gráficas 1, 2 y 3, se encuentran en general en proceso, sobre todo en quienes han cursado y acreditado los cursos. El grupo de Química, sin embargo, parece no tener diferencias entre quienes cursaron y aprobaron el curso respecto de quienes se encuentran cursándolo. Habría que preguntarse si los materiales y los exámenes de acreditación tienen los elementos suficientes para hacer esta distinción más clara o, por el contrario, presentan cierto tipo de estructura y problemática que no llevan más allá a los profesores con la aprobación del curso que sin él.

Los avances en cuanto a contenidos son escasos para el grupo que ha terminado y aprobado los CNA, en las tres áreas. Es importante resaltar que las ideas previas que aparecen en la literatura sobre enseñanza de la ciencia se presentan frecuentemente en los profesores de cualquiera de las tres áreas y grupos. Con los cursos, los docentes pueden identificar con mayor claridad los conceptos en lo general, sin embargo, no avanzan de manera significativa en su comprensión. Este es uno de los aspectos que hay que señalar porque los cursos tienen expresamente definida su intención de lograr un mejor nivel conceptual en los profesores y se dedica una buena parte de la construcción de los materiales de los CNA (Flores *et al.*, 2004) para tal fin; sin embargo, los profesores siguen presentando carencias muy importantes en la comprensión de los conceptos básicos que enseñan. Además, es necesario resaltar que la presencia de ideas previas semejantes a las de los alumnos habla de que existe poca reflexión sobre los conceptos y que los materiales no han logrado establecer con claridad lo que significan estas ideas previas para el aprendizaje de las disciplinas científicas. Cabe señalar también que otros aspectos del enfoque como la comprensión de los procesos de construcción del conocimiento científico más allá del empirismo simple y la importancia que puede tener la historia de la ciencia para el desarrollo de procesos de aprendizaje se ven limitados por la deficiencia mostrada por los profesores en el dominio de los contenidos.

Es recomendable, por lo tanto, que en los cursos se refuerce el trabajo en los contenidos curriculares que permita a los docentes adquirir mayor seguridad en cuanto al manejo de los conceptos en el aula y el laboratorio.

Sobre el enfoque, es notorio que quienes han aprobado los CNA, como ya se mencionó, continúen con una caracterización de la ciencia centrada en una visión predominantemente empirista y, en algunos casos, con cierto sesgo hacia el positivismo, que se deja traslucir en las consideraciones de racionalidad sobre

el método y progreso científico (véase el uso de estos términos en Flores *et al.*, 2000). La visión básicamente empirista de los profesores los lleva a concebir la ciencia como un conocimiento que existe en la naturaleza y que sólo habrá que develarlo, con un énfasis particular sobre el método científico como aquel que garantiza la construcción del conocimiento científico. Esta perspectiva de la ciencia se acentúa en los profesores de Química, quienes resaltan la función del experimento y lo consideran el elemento más importante, tanto para el desarrollo de los conocimientos científicos como para su aprendizaje.

Por otro lado, en la perspectiva del aprendizaje, las diferencias entre las áreas no son muy marcadas entre quienes cursaron o están cursando el CNA, pero sí muestran diferencias importantes con relación a los profesores que no han tenido ningún contacto con los materiales de dichos cursos. En los docentes de los grupos 1, y en el caso de Biología, también del grupo 2, se manifiesta un reconocimiento de la presencia de ideas previas que en la práctica docente deciden ignorar, probablemente porque carecen de elementos de interpretación de las mismas y de la forma en que deben ser tomadas en consideración para que los estudiantes logren un cambio conceptual. Sin embargo, en este caso los CNA parecen incidir más que en los otros aspectos, sobre todo en cuanto que los profesores explicitan su intención de considerar, como parte del aprendizaje, elementos como el uso de la historia, la utilización adecuada de la resolución de problemas, etc. Los profesores de los grupos 1 en mayor proporción que en los del grupo 2, muestran cierto dominio del lenguaje que prevalece en los cursos, lo cual da indicios del cambio debido a ellos.

La categoría que muestra de manera más clara la insuficiencia de los CNA es la de *aplicación* en aula. La transformación de lo que ocurre en el aula es, a fin de cuentas, el principal objetivo de los cursos. En ella se refleja la comprensión real del enfoque y el éxito o fracaso de la reforma educativa. Los resultados determinados por lo que expresaban los profesores en las entrevistas sobre lo que harían en clase ante situaciones específicas, dejan ver que los docentes no muestran diferencias entre áreas ni entre grupos y que los aspectos que pueden considerarse en proceso (como lo muestran las gráficas 1, 2 y 3) son aún muy incipientes y que, para fines prácticos, no afectan los procesos centrales de la enseñanza tradicional. Lo anterior se sintetiza en que, aunque el discurso del profesor parece modificarse en los grupos 1 y 2, la aplicación se encuentra todavía lejana.

Quizá el mayor impacto que se puede resaltar se encuentra en el reconocimiento, por parte de los profesores, de las ideas pre-

vias de los alumnos –si bien, como se apuntó, con algunos problemas en su comprensión– y en la necesidad que perciben de un cambio de la enseñanza tradicional de la ciencia, mismo que no puede llevarse a cabo, entre otros aspectos debido a que las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores siguen prácticamente sin transformación.

Cabría aquí hacer un paréntesis para indicar que los resultados mostrados, en general, no son sorprendidos, ya que en otros estudios llevados a cabo en otros países se encuentran grandes semejanzas. Por ejemplo, en cuanto a la concepción de ciencia y aprendizaje los resultados son muy semejantes a los obtenidos por Porlán, García y Del Pozo (1998) y Cobern (2000b). Por lo que toca a estudios en profesores mexicanos, si bien de otro nivel educativo, se encuentran el trabajo ya citado de Flores *et al.* (2000) y el de Carvajal y Gómez (2002). Por lo que respecta a la aparición de ideas previas en los profesores, la literatura es muy abundante, sólo por poner algunos ejemplos se mencionan: Strömdahl, Tulberg y Lybech (1994); Canino (1995); Barak, Gorodetsky y Chipman (1997); Yuen, Yan y Man (1999); Borges y Gilbert (1999) y Schibeci y Hickey (2000). Más referencias se pueden encontrar en la página web <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>

Estos resultados, desde luego exploratorios, abren nuevas interrogantes, sobre todo relacionadas con la estructura y los contenidos de los materiales para los profesores correspondientes a los CNA de Física, Química y Biología y, también, a la forma de proceder autodidacta de los cursos. Un análisis más amplio sobre los efectos de estos cursos en los profesores seguramente proporcionará mayores datos para transformar los CNA y lograr un mejor acercamiento de los docentes hacia el enfoque de la reforma para la secundaria en el área de ciencias naturales.¹

1. Los resultados aquí mostrados son parte de un proyecto financiado por SEP (PFIE02/32-2.6-18).

ANEXO 1 • Muestra de guía de entrevista para profesores de Física			
Tema	Parámetro	Categoría	Pregunta
<i>Leyes de Newton</i>	1. Contenidos	Contenidos	Las leyes de Newton sintetizan el pensamiento mecánico del mundo. Estas leyes no son producto de un experimento, sino de la interpretación y construcción de una representación del mundo físico.
	2. Ideas previas	Enfoque	¿Conoce algunas de las ideas previas de los estudiantes con relación a estas leyes y cómo deben tomarse en cuenta en el aula?
	7. Educación tradicional	Enfoque	¿Cuál considera que es una buena forma de enseñar las leyes de Newton?
	8. Resolución de problemas	Enfoque	¿Qué tipo de problemas deben plantearse para que contribuyan al desarrollo de la capacidad de resolución de problemas relacionados con las leyes de Newton?
	4 y 10 Estrategias didácticas y trabajo en equipo	Aplicación en aula	¿Qué actividades plantearía con los alumnos que permitan un mejor aprendizaje de estas leyes? El concepto de calor ha tenido distintas representaciones a lo largo de la historia, como son: el flogisto, el calórico y la visión actual de energía.
<i>Transferencia de calor</i>	3. Visión epistemológica		¿Cómo se explica la presencia de diversas representaciones para un mismo concepto?
	7. Educación tradicional		Por lo general, los fenómenos cotidianos involucran varios procesos de transferencia de calor. ¿Cómo los presentaría a sus alumnos? Ejemplos.
	8. Resolución de problemas		¿Qué tipo de problemas plantearía para que sus alumnos construyeran los conceptos relacionados con la transferencia de calor?
	5. Experimentación		¿Qué tipo de actividades experimentales plantearía para lograr un mejor aprendizaje de las distintas formas de transferencia de calor? ¿Por qué?
	11. Evaluación		¿Cuál sería la mejor forma de evaluar la comprensión de sus alumnos de los conceptos tratados? Ejemplo.

REFERENCIAS

- BARAK, J., M. Gorodetsky y D. Chipman (1997), "Understanding of energy in biology and vitalistic conceptions", en *International Journal of Science Education*, vol. 19, núm. 1, pp. 21-30.
- BENTLEY, M. y J. Garrison (1991), "The role of philosophy of science in the teacher education", en *Journal of Science Teacher Education*, vol. 2, núm. 3, pp. 67-71.
- BORGES, A. y J. Gilbert J. (1999), "Models of electricity", en *International Journal of Science Education*, vol. 21, núm. 12, pp. 95-117.
- BRICKHOUSE, N. (1990), "Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice", en *Journal of Teacher Education*, vol. 41, núm. 3, pp. 53-62.
- CANINO, N. (1995), "Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio en maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 13, núm. 1, pp. 81-96.
- CARVAJAL, E., y Ma. R. Gómez (2002), "Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 8, núm. 16, pp. 577-602.
- CHIN-CHUNG-TSAI (2002), "Nested epistemologies: science teachers' beliefs of teaching, learning and science", en *International Journal of Science Education*, vol. 24, núm. 8, pp. 771-783.
- COBERN, W. (2000a), "The nature of science and the role of knowledge and belief", en *Science & Education*, núm. 9, pp. 219-246.
- (2000b), *Everyday thoughts about nature*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- DUSCHL R. y Wright, E. (1998), "A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science", en *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 26, núm. 6, pp. 467-501.
- ELKANA, Y. (2000), "Science, philosophy of science and science teaching", en *Science & Education*, núm. 9, pp. 463-485.
- 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.
- FLORES, F. et al. (2002), "Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los cursos nacionales de actualización", *Reporte de Investigación*, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM.
- (2004), "El efecto de los cursos nacionales de actualización. Análisis de los materiales instruccionales de ciencias naturales", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 20 (en prensa).
- GALLACHER J. J. (1991), "Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science", en *Science Education*, núm. 75, pp. 121-133.
- GALLEGOS, L. y F. Flores (2003), "Concepciones, cambio conceptual, modelos de representación e historia y filosofía en la enseñanza de la ciencia", en A. López (coord.), *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos. La investigación educativa en México 1992-2002*, vol. 7-I. México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa, pp. 457-508.
- LARKIN, S. y J. Wellington (1994), "Who will teach the nature of science?: teachers' view of science and their implications for science education", en *International Journal of Science Education*, vol. 16, núm. 2, pp. 175-190.
- LEACH, J. (1999), "Students' understanding of the co-ordination of theory and evidence in science", en *International Journal of Science Education*, vol. 21, núm. 8, pp. 789-806.
- 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*, vol. 29, núm. 4, pp. 331-359.
- (1995), "Classroom factors related to changes in students' conceptions of the nature of science", en *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 22, núm. 7, pp. 649-662.
- (1999), "Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship", en *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 36, núm. 8, pp. 916-929.
- LEÓN, A. et al. (1995), "Ciencias naturales y tecnología", en G. Waldegg (ed.), *Procesos de enseñanza y aprendizaje II: la investigación educativa en los ochenta, perspectivas para los noventa*, México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa, pp. 21-118.

- LÓPEZ, Á., F. Flores y L. Gallegos (2000), "La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 5, núm. 9, pp. 113-135.
- MATTHEWS M. (1998), "In defense of model goals when teaching about the nature of science", en *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 35, núm. 2, pp. 161-174.
- MC COMAS, W. y H. Almazroa, H. (1998), "The nature of science in education: An introduction", en *Science & Education*, núm. 7, pp. 511-532.
- PORLÁN, R., R. García y M. Del Pozo (1998), "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 16, núm. 2, pp. 271-288.
- SCHIBECI, R. y R. Hickey (2000), "Is it natural or processed? Elementary school teachers and conceptions about materials", en *Journal of Research of Science Teaching*, vol. 37, núm. 10, pp. 1154-1170.
- SERNA, O. y R. Valdez (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, pp. 55-78.
- STRÖMDALHL, H., A. Tulberg y L. Lubeck (1994), "The qualitatively different conceptions for 1 mol", en *International Journal of Science Education*, vol. 16, núm. 2, pp. 17-26.
- YUEN, Y., Y. Yan y Ch. Man (1999), "Alternative conceptions in biology-related topics of integrate science teachers and implications for teacher education", en *Journal of Science Education and Technology*, vol. 8, núm. 2, pp. 161-170.