



Perfiles Educativos

ISSN: 0185-2698

perfiles@unam.mx

Instituto de Investigaciones sobre la  
Universidad y la Educación  
México

Flores Camacho, Fernando; Gallegos Cázares, Leticia; Reyes Cárdenas, Flor  
Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química  
Perfiles Educativos, vol. XXIX, núm. 116, abril-junio, 2007, pp. 60-84  
Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13211604>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química<sup>1</sup>

FERNANDO FLORES CAMACHO\*, LETICIA GALLEGOS CÁZARES\*\*

Y FLOR REYES CÁRDENAS\*\*\*

Este trabajo presenta los resultados de una investigación sobre las concepciones de ciencia de profesores de química de secundaria. Se presentan sus perfiles epistemológicos haciendo un análisis de conglomerados y se dan elementos para conocer los orígenes, en términos de fuentes de conocimiento, de sus concepciones. Para ello se aplicó un cuestionario y una entrevista a profesores en una muestra nacional. El análisis se llevó a cabo mediante corrientes filosóficas en tres ejes: descubrimiento, justificación y progreso científico. En cuanto a los orígenes, se investigaron los factores de la trayectoria escolar y académica de los profesores, encontrando relaciones entre sus ideas sobre la ciencia y su entorno cultural y académico.

*This work shows research results about the teachers' ideas on nature of science of secondary chemistry teachers. The population was of 156 chemistry teachers of several States of the country. The epistemological teachers' profiles, was build using a cluster analysis and some aspects relate with the origin of teachers' ideas were reported. In order to gate the data a questionnaire and an interview was applied and these data was analyses throw epistemological categories. Related to the origins, factors like scholar and academic trajectory were investigated finding relationships between their nature of science ideas and the cultural and academic context.*

Naturaleza de la ciencia / Profesores de química / Perfiles epistemológicos /

Enseñanza de la ciencia / Formación docente

*Nature of science / Chemistry teachers / Epistemological profiles / Science education / Training teachers*

**Recepción: 16 de mayo de 2006 /  
aprobación: 11 de julio de 2007**

1. La presente investigación recibió los amables apoyos de SEPSEBYN –2003 –C01 -8 y Dirección General de Formación Continua de Maestros en Servicio, SEB, SEP.

\* Doctor en Pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Investigador en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la UNAM en el área de Cognición y Didáctica de las Ciencias. Miembro del SNI nivel II. Publicaciones recientes: Fernando Flores-Camacho, Leticia Gallegos-Cázares, X. Bonilla, I. López y B. García (2007), "Concepciones sobre

la naturaleza de la ciencia de los profesores de Biología del nivel secundario", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 12, núm. 3, pp. 359-380; Alejandra García, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2005), "The national in-service courses for science teachers and their effect on educational reform in Mexico", *Journal of Education for Teaching*, vol. 31, núm. 1, pp. 37-46. Correo electrónico: fernando.flores@ccadet.unam.mx

\*\* Doctora en Pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, Investigadora en el CCADET de la UNAM en el área de Cognición y Didáctica de las Ciencias. Miembro del SNI nivel II. Publicaciones recientes: "Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de

Biología del nivel secundario", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 12, núm. 3, pp. 359-380; Alejandra García, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2005), "The national in-service courses for science teachers and their effect on educational reform in Mexico", *Journal of Education for Teaching*, vol. 31, núm. 1, pp. 37-46.

\*\*\* Maestra en Pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Asistente de investigación en el CCADET de la UNAM. Publicaciones recientes: A. García, Flor Reyes, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2006), "Conocimientos básicos de los profesores de química de secundaria", *Educación Química*, vol. 17, núm. 3, pp. 379-387.

## INTRODUCCIÓN

### **¿Por qué es relevante conocer las concepciones de ciencia de los profesores de ciencias?**

En el ámbito de la enseñanza de la ciencia uno de los temas que han despertado gran interés por las posibles implicaciones que tiene para los procesos de enseñanza de las ciencias naturales es la identificación en los actores de la educación, de lo que se denomina Naturaleza de la Ciencia (NOS, por las siglas en inglés de *Nature of Science*). Sin embargo, a pesar de las expectativas que se han generado en torno a su posible influencia directa sobre las formas y procesos de la enseñanza, no existe aún acuerdo sobre cuáles son esas implicaciones.

Una de las posibles razones es que se buscan implicaciones que puedan ser evidentes en el corto plazo y con indicadores precisos que pudieran no ser los adecuados para esta temática (Mellado, 1997). A pesar de ello, ha ido ganando terreno (Brickhouse, 1989; Lederman, 1992) la idea de que, aun cuando no se tienen esos indicadores precisos, la concepción de ciencia que tiene el profesor influye de manera significativa en sus formas de enseñanza, pero sobre todo en la imagen de ciencia que desarrollan sus estudiantes. Esto ocurre, desde luego, en formas sutiles que deben buscarse en contextos amplios y de más largo plazo que lo que puede observarse en un momento dado en el salón de clases.

En particular, las formas implícitas que perciben los alumnos de las referencias —voluntarias o no— de los profesores que enmarcan su conceptualización sobre la construcción del conocimiento científico, su desarrollo histórico y sus implicaciones en la vida cotidiana, es decir su NOS, dejan una profunda huella en ellos y marcan, en alguna medida, cómo se aproximarán escolarmente a los niveles subsiguientes del aprendizaje de las ciencias y qué idea tendrán de la ciencia en su vida futura, sobre todo en el caso de no continuar con una formación científica.

Como un ejemplo de las consideraciones que actualmente se tienen de la necesidad de conocer las concepciones sobre la NOS de los profesores, Campanario (2003) señala la prioridad de conocer las concepciones de los profesores universitarios, antes de iniciar cualquier programa de formación docente y didáctica, como también conocer los posibles orígenes de las concepciones inadecuadas y prejuicios más comunes que los profesores tienen sobre la didáctica de la ciencias y su papel en la enseñanza, y que generan en la sociedad una imagen distorsionada y en ocasiones negativa sobre la ciencia.

La necesidad de indagar los puntos de vista de los profesores acerca de la NOS se vuelve imperiosa cuando se tiene conciencia de que entre los elementos que determinan la identidad de una sociedad o de una cultura se encuentra el conjunto de recursos teóricos y conceptuales —las creencias y los conocimientos— que las personas dentro de esa sociedad tienen para interpretar y comprender el mundo y actuar en consecuencia. Dentro de esta comprensión, no debe dejarse de lado que también se encuentran valores, normas y reglas que se utilizan para hacer evaluaciones epistémicas, morales o estéticas en torno a la ciencia y sus implicaciones en la sociedad. También deben tomarse en cuenta las formas de razonamiento consideradas como aceptables en la sociedad, lo que supone identificar las reglas de inferencia, así como los principios metodológicos utilizados para aceptar o rechazar creencias o seguir cursos de acción, que entre otros elementos incluyen criterios para reconocer lo que cuenta como evidencia (Olive, 1996). En correspondencia con esta posición, Matthews (2000) hace notar que los estudios que se han escrito sobre la materia han establecido los beneficios culturales, educacionales y científicos de enseñar las posturas de avanzada sobre la NOS.

### **Estudios sobre la NOS**

Una breve revisión de las investigaciones enfocadas al conocimiento que tienen profesores y alumnos sobre la NOS (Kimball, 1967-1968; Aikenhead, 1973; Barufaldi *et al.*, 1977; Bloom, 1989; Benson, 1989; Zeidler y Lederman, 1989; Brickhouse, 1990; Abell y Smith, 1994; Palmquist, 1997; Porlan *et al.*, 1997; Barnett y Hodson, 2001; Levitt, 2001; Tsai, 2002; Bonilla, 2003; y Alvarado, 2005) muestra que hay gran diversidad de aproximaciones, y que se han utilizado diversas corrientes de la filosofía de la ciencia para categorizar las ideas de los alumnos y maestros. Ello ha generado que los estudios sobre la NOS se perciban como no exentos de ambigüedades, sobre todo en cuanto a la falta de acuerdo sobre los contextos en los que se hacen los cuestionamientos y en las categorizaciones con las que se enmarca o define qué tipo de concepción de ciencia tienen los sujetos, particularmente en lo que se refiere a su ubicación dentro de las diversas posiciones filosóficas. Finalmente, cabe señalar que la temática de los orígenes de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia está ausente o ha sido poco atendida en la investigación precedente; sin embargo, paradójicamente, se considera de importancia investigar al respecto, ya que daría pauta para conocer el ámbito en el que hay que incidir para propiciar un cambio en las concepciones de docentes y alumnos. Cabe aclarar aquí que el término orígenes de

las concepciones de la naturaleza de la ciencia también tiene diversos significados. En algunos casos puede referirse a un aspecto particular como antecedentes de una cierta posición filosófica o a las concepciones que emanan de sus interpretaciones sobre aspectos particulares como el papel de la ciencia o el del científico. Sin embargo, en una perspectiva más amplia que es la que se propone en este trabajo, por orígenes vamos a comprender todo tipo posible de fuente de conocimiento que los profesores han tenido en su desarrollo y que puede vincularse con su actual concepción sobre la naturaleza de la ciencia. Por ejemplo, la influencia que en ellos han tenido sus cursos escolares, sus cursos de actualización o bien los libros y otros documentos que sugieran alguna influencia percibida por los mismos sujetos como relevante en la idea o imagen de ciencia (NOS) que ellos consideran que tienen o adoptan.

### **Alcance y justificación del estudio**

La presente investigación comprende dos aspectos de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores. En uno se lleva a cabo la determinación, mediante un perfil conceptual de las concepciones de ciencia de los profesores apoyado en una delimitación precisa de categorías y contextos en los cuales se puede manifestar el entramado de ideas que surgen en torno a como se percibe la construcción del conocimiento científico. Así, se toman en cuenta los contextos de *descubrimiento*, *justificación* y de *progreso científico* como los ejes sobre los cuales se hará la correspondencia con las corrientes epistemológicas identificables en las concepciones de los profesores. Cabe aclarar que si bien estos ejes pertenecen a la descripción del positivismo lógico y no son compartidos de la misma manera por posiciones epistemológicas como el relativismo, consideramos que son útiles, en primera aproximación, para la caracterización en distintos ámbitos de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los docentes.

Otro aspecto importante derivado de esa caracterización es que la determinación de los perfiles epistemológicos dará información sobre la diversidad de ideas en torno a la ciencia que los individuos pueden tener en función del contexto de la pregunta y de sus expectativas para cada una de ellas pero, sobre todo, indicará cuáles son las principales corrientes filosóficas en torno a la construcción de la ciencia que implícitamente comparten los profesores de ciencias de secundaria y, en el caso particular de este reporte, de los profesores de química.

El segundo aspecto que se analiza está enfocado a la determinación de posibles orígenes en los profesores, derivados de su entorno

cultural y social a lo largo de su formación académica y profesional, como se ha aclarado previamente y cuyo alcance para el presente trabajo es el encontrar elementos que en el desarrollo previo de los profesores puedan dar indicios que justifiquen o permitan inferir algunas posibles causas de las concepciones que actualmente sostienen y son descritas en los perfiles conceptuales sobre la NOS.

Lo descrito permite justificar la importancia de llevar a cabo un estudio sobre los perfiles y los orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores con miras a intervenir en su transformación, y, por consiguiente, a que otros aspectos educativos importantes como la implantación de nuevos currículos o reformas curriculares tengan un nicho más apropiado para poder incorporar los enfoques actuales en las formas de acción de los profesores. Pero tal vez lo más importante es lograr determinar prácticas y procesos educativos que han llevado a un estado no deseado de conocimiento de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia que, como podemos afirmar junto con muchos autores que aquí se han mencionado, tiene repercusiones trascendentes en la formación de los conocimientos científicos y de percepción de la ciencia por los alumnos.

### **Antecedentes**

Este análisis tiene como antecedentes otras investigaciones, a las que se pretende complementar, que se han llevado a cabo con profesores mexicanos (Flores *et al.*, 2004a; Flores *et al.*, 2004b, y García *et al.*, 2005), en las cuales se han analizado tanto aspectos de los conocimientos científicos que tienen los profesores de las disciplinas que enseñan, como los efectos que iniciativas como los Cursos Nacionales de Actualización han tenido en ellos, sobre todo en algunos aspectos de su percepción de la ciencia y su enseñanza. Estos estudios abarcan aspectos que han sido muy poco explorados y de los cuales no hay referencias precisas en el entorno nacional: Así, con el presente trabajo se pretende completar el conocimiento de los profesores de ciencias en educación secundaria —en este caso para el área de química—, con el fin de contribuir al desarrollo de la caracterización de los docentes que consideramos necesaria para comprender mejor la situación en la que se encuentra la enseñanza de la ciencia en México y aportar elementos posibles a tomar en cuenta para su transformación, como es el caso de la NOS. Consideramos que el análisis de sus orígenes constituye una aportación al campo, pero, sobre todo, nos permitirá clarificar de mejor manera las relaciones entre concepción de ciencia y formas de enseñanza que están presentes en el debate internacional (Lederman, 1986; Zeidler y Lederman, 1989; Gallagher, 1991; Kouladis y Ogborn,

1995; Flores *et al.*, 2000), esto con la finalidad de comprender mejor los problemas de enseñanza de las ciencias que se tienen en el país.

### **Objetivos de investigación**

El estudio forma parte de un proyecto que analiza las concepciones de ciencia de los profesores de ciencias naturales de educación secundaria; sin embargo, en este estudio se reporta lo correspondiente a los profesores de química, por lo que los objetivos quedarán delimitados como:

- Elaborar un perfil de las principales concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de química.
- Determinar posibles orígenes en los profesores de química de sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia con relación a su formación previa, contexto profesional y entorno cultural.

### **Metodología**

La muestra total analizada fue de 156 profesores de química de 10 estados de la república a los que se aplicó un cuestionario para la determinación de los perfiles epistemológicos. Una muestra de esos profesores fue entrevistada con el fin de precisar la interpretación de sus respuestas. Los profesores fueron convocados por la Secretaría de Educación Pública y cada entidad federativa los seleccionó de acuerdo a sus propios criterios, por lo que podemos considerar que la muestra no tiene sesgos importantes. La distribución de los profesores por estado es la siguiente: en Aguascalientes, 25; Estado de México, 8; Guerrero, 17; Hidalgo, 16; Nayarit, 21; Sinaloa, 5; Sonora, 20; Tabasco, 9; Tlaxcala, 19, y Veracruz, 16.

Para recoger la información se elaboró un cuestionario estructurado conforme a los tres ejes de análisis —que corresponden al manejo tradicional de la filosofía de la ciencia (Brown, 1984, y Pérez, 1999)— que dan cuenta de la elaboración del conocimiento con el eje o contexto de descubrimiento; de los procesos de validación con el eje o contexto de justificación, y del progreso o evolución del conocimiento científico con el eje o contexto de progreso. El cuestionario plantea para cada eje una serie de preguntas que tienen cada una cuatro opciones.

En la elaboración de las preguntas, además de las consideraciones expuestas, se utilizaron preguntas de investigaciones previas (Rowell y Cawthron, 1982; Pomeroy, 1993; Griffiths y Barry, 1995; Palmquist, 1997, y Ryder *et al.*, 1999). Cada pregunta presenta cuatro opciones cerradas de respuesta. Cada opción fue ela-

borada de manera que corresponda a las corrientes filosóficas siguientes: empirismo, racionalismo, positivismo lógico (en el que se incluye al racionalismo crítico en su concepción llamada estándar), y relativismo o constructivismo; con ello se posibilita la identificación de las preferencias epistemológicas de los profesores para cada uno de los contextos. Los cuestionarios fueron previamente aplicados a estudiantes del nivel medio superior y a profesores para ajustarlos y evaluar la comprensión, inteligibilidad de las preguntas y viabilidad de las respuestas. También se pidió la opinión de expertos para afinar los criterios de asignación de la etiqueta filosófica correspondiente. Una muestra del cuestionario se encuentra en el anexo 1.

Para indagar los aspectos relativos a los orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores en torno a la naturaleza de la ciencia se elaboró una guía de entrevista (Flores *et al.*, 2006), misma que se aplicó a veinte profesores (en el anexo 2 se muestran algunos de los temas y preguntas de la guía). En ella se presentan cuatro pequeños textos correspondientes a las posiciones filosóficas ya descritas, se le pregunta al profesor entrevistado con cuál se identifica y, a partir de ello, se inicia el cuestionario. Si bien la guía marca los diversos aspectos tales como influencia de textos, profesores que tuvieron en su trayectoria académica, medios de comunicación o circunstancias en su vida escolar, deja libertad al entrevistador, por lo que su formato puede catalogarse como semi-estructurado. Las entrevistas fueron transcritas para poder tener acceso inmediato a las respuestas de los profesores y su análisis. Las respuestas a la entrevista fueron analizadas por dos personas.

## RESULTADOS

### Análisis con respecto a los ejes

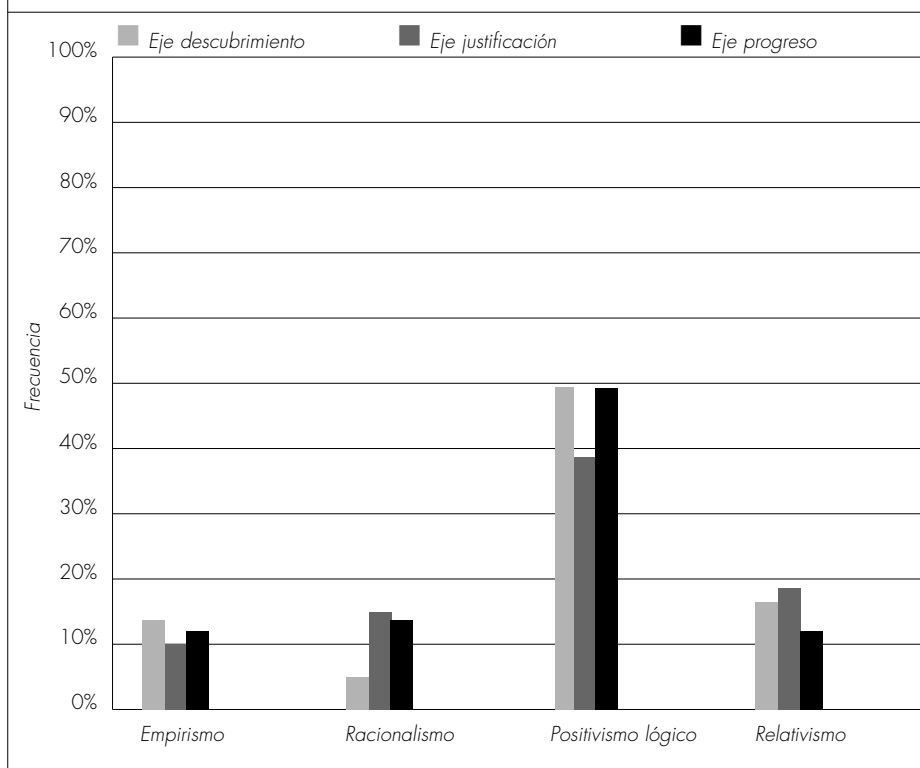
En las preguntas del cuestionario, como se ha explicado, se evalúan los tres ejes: descubrimiento, justificación y progreso científico, y los indicadores que los conforman, como se muestra en el cuadro 1.

En la gráfica 1 se presenta la frecuencia con la que aparecen en las respuestas cerradas del cuestionario las corrientes epistemológicas utilizadas por los profesores en cada uno de los ejes. Como se puede observar, el positivismo lógico es la corriente epistemológica con la que más se identifican los profesores y que orienta sus respuestas sobre los diversos aspectos que sobre la naturaleza de la ciencia se encuentran en el cuestionario. Aunque los valores son muy similares para cada categoría y eje, llama la atención el eje de

**CUADRO 1 •** Correlación de las preguntas con los indicadores

Pregunta	Eje	Indicador
1, 2 y 3	Descubrimiento	Observación Relación sujeto-objeto Metodología de la ciencia
4, 5 y 6	Justificación	Experimento Validación Certidumbre
7 y 8	Progreso	Concepción de ciencia Comunidad científica Finalidad de la ciencia

**GRÁFICA 1 •** Análisis por ejes de las preferencias epistemológicas de los profesores de química de secundaria



justificación que muestra un valor ligeramente más bajo. Cabe aclarar que este eje está principalmente relacionado con los criterios de validación del conocimiento científico, así como con los del papel del experimento y los criterios de verdad y correspondencia con la realidad del conocimiento científico.

En orden descendente, el relativismo presenta para los tres ejes valores similares cercanos a 15%, donde el eje o contexto de progreso científico tiene el valor más bajo. El racionalismo también tiene en general valores cercanos a 15% en los ejes de justificación y progreso, y 5% para el descubrimiento. Por último, el empirismo apenas alcanza valores alrededor de 12% para los tres ejes. Finalmente, hay un porcentaje total de respuestas que no fueron contestadas: para el eje de descubrimiento, que fue de 16%; para el eje de justificación, 18%, y para el eje de progreso, 12 por ciento.

Los datos muestran que la mayoría de las respuestas de los profesores en los tres ejes se encuentran alrededor del positivismo lógico, pero están presentes también las otras corrientes epistemológicas, lo que indica que el pensamiento de los profesores no es homogéneo y, por lo tanto, presenta un perfil epistemológico que será descrito a continuación. Los datos también hacen ver que el contexto de las preguntas está relacionado con un tipo de corriente filosófica, por lo que refuerza el que las representaciones de los sujetos en los ámbitos de la ciencia son dependientes de los contextos.

### **Los perfiles epistemológicos**

El término perfil epistemológico fue acuñado por Bachelard (1984) en su libro *La filosofía del no*; en él se presenta la diversidad de posiciones que un sujeto tiene sobre el conocimiento de un concepto si se analizan a la luz de diversos enfoques epistemológicos. Enfatiza con ello que el pensamiento no es homogéneo y que las personas utilizan diversas aproximaciones para una misma entidad conceptual. Con base en lo anterior esta investigación muestra los resultados de la construcción de los perfiles epistemológicos de los profesores de química analizados en torno a sus ideas sobre la naturaleza de la ciencia. Estos perfiles son en estricto sentido epistemológicos puesto que dan cuenta de las concepciones de la ciencia en términos de sus expectativas filosóficas, es decir sobre la construcción del conocimiento, su validación y sus ideas de progreso.

Para el presente análisis, además de utilizar los perfiles en el sentido descrito por Bachelard (1984), se hace uso de un proceso desarrollado por Gallegos y Garritz (2006), donde se muestra cómo estos perfiles, que en esencia son individuales, pueden ser utiliza-

dos para la determinación de los perfiles de grupo, es decir, cómo utilizarlos para dar cuenta de las tendencias epistemológicas de grupos de personas, en este caso de los profesores.

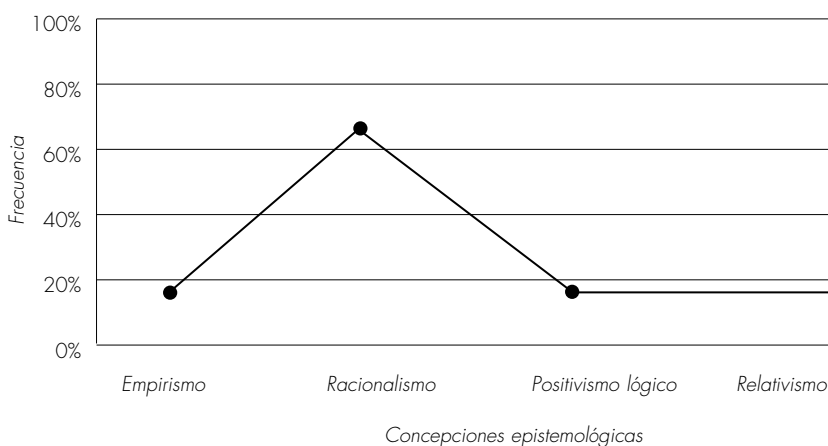
Por ejemplo, un profesor respondió de la siguiente forma: 13% dentro de la categoría empirista (E); 63% en la racionalista (R); 13% en el positivismo lógico (Pl) y 13% en el relativismo (Re). Lo anterior muestra que el profesor presenta diversidad en sus enfoques sobre naturaleza de la ciencia. Esta diversidad de posiciones representa su perfil, que es: 13E, 63R, 13Pl, 13Re, lo cual se puede observar en la gráfica 2.

Este profesor tiende principalmente hacia el racionalismo y muestra con frecuencia baja y en proporciones similares las otras tres corrientes epistemológicas; por ello se espera que este profesor dé respuestas, en lo general, de tipo racionalista y no según las otras corrientes filosóficas.

De manera similar se elaboraron los perfiles epistemológicos de todos los profesores. Con esos datos se llevó a cabo un proceso estadístico de conglomerados donde se obtuvieron siete grupos que agrupan a los profesores que muestran tendencias epistemológicas similares. Para cada uno de esos grupos se elaboró un perfil promedio.

A continuación se presentan los grupos obtenidos, así como una descripción de cada uno. También se muestra para los grupos de mayor relevancia la posible relación entre los años de experiencia y la formación inicial, y una síntesis general de resultados.

**GRÁFICA 2 •** Perfil epistemológicas de un profesor



**CUADRO 2 •** Porcentaje que muestra el perfil de uso de las posiciones filosóficas de profesores de química por grupo

Grupo	Población (%)	Empirismo (%)	Racionalismo (%)	Positivismo lógico (%)	Relativismo (%)
1	54	11	13	56	17
2	12	14	38	15	31
3	11	38	14	40	6
4	9	4	12	24	52
5	6	6	61	14	19
6	6	4	4	89	4
7	2	4	0	4	0
Promedio		12	20	35	18

### Perfiles epistemológicos de grupos de profesores de química

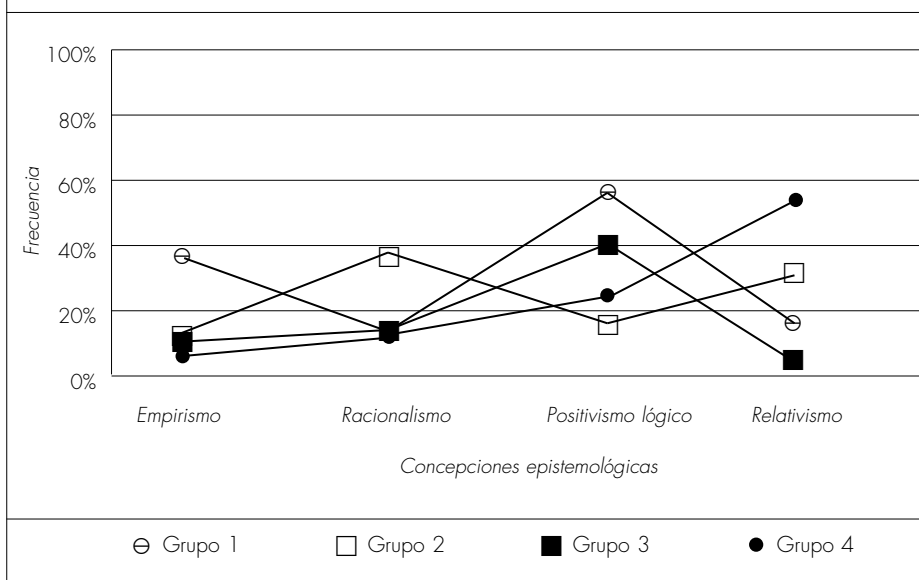
Los siete grupos obtenidos del análisis de conglomerados representan los perfiles de los profesores, mismos que se muestran en el cuadro 2 en orden descendente, de acuerdo al porcentaje de profesores que agrupa.

En el mismo cuadro 2 puede notarse cómo en los seis primeros grupos los profesores responden prácticamente todo el cuestionario (92%); en contraste, el grupo 7 tiene tan sólo 8% de las respuestas. El primer grupo representa 54% de la muestra y entre los grupos 2, 3 y 4 se encuentran 32% de la población. Esto hace que en los cuatro primeros grupos se encuentren caracterizados 86% de la muestra total, y son los grupos que se analizarán a continuación.

En la gráfica 3 se presentan los porcentajes de los perfiles epistemológicos promedio. Como puede observarse, el promedio general de toda la muestra implica que los profesores en sus respuestas se orientan hacia el positivismo lógico y en segundo y tercer lugar hacia las posiciones racionalista y relativista, mientras que el empirismo ocupa el menor porcentaje.

En cuanto a las corrientes epistemológicas, hay dos grupos que llaman la atención por su valor para el positivismo lógico: grupo 1, con 56% y el grupo 3, con 40%. El relativismo es el corte mayoritario en las respuestas del grupo 4 (52%) y del grupo 2 (31%). El racionalismo destaca en el grupo 2 (38%). En cuanto al empirismo, con excepción del grupo tres, que tiene 38%, todos los demás grupos muestran valores por debajo de 15 por ciento.

**GRÁFICA 3 •** Perfiles epistemológicos de los cuatro primeros grupos



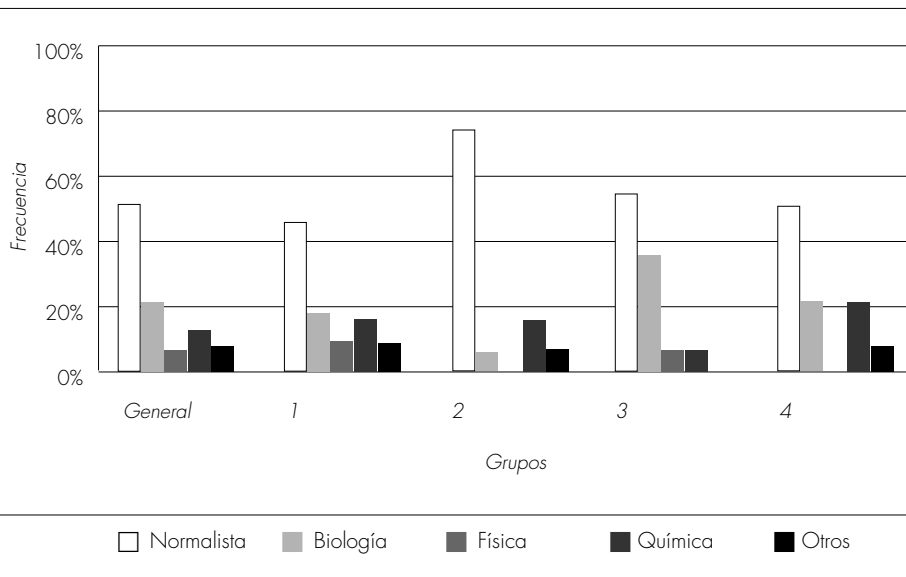
El positivismo lógico es, sin duda, la corriente epistemológica con la que más se identifican los profesores de química, lo cual implica que estos profesores tienen preferencia, en los tres ejes contextuales, por una posición filosófica en la que se concibe al conocimiento como correspondiente con la realidad; que tienen métodos de validación que hacen que el conocimiento científico sea verdadero, y que el progreso de la ciencia se deba al establecimiento acumulativo y coherente de conocimientos.

### ¿Influye la formación inicial de los profesores?

Un factor que en diversas ocasiones se ha considerado como relevante es la formación inicial de los profesores, en especial si son universitarios o normalistas. Los estudios al respecto no parecen conclusivos y cabe aquí la pregunta de si hay diferencias en cuanto a los perfiles sobre la NOS de los profesores de química de educación secundaria con respecto de su formación inicial. La gráfica 4 muestra su distribución para los cuatro grupos que hemos venido analizando.

En la muestra hay profesores normalistas, biólogos y químicos en los cuatro grupos que analizamos. Particularmente, los que tuvieron su formación dentro del algún campo de la química (químicos, ingenieros químicos, entre otros) tienen composiciones

**GRÁFICA 4 •** Porcentaje de profesores que enseñan química. Distribución por grupo y formación inicial



mucho más representativas en los grupos 3 y 4. Como se puede observar, 8% de la muestra (otros) no incluye profesores capacitados en el área que imparten.

Se pueden apreciar pequeñas diferencias entre la muestra general y los grupos 1 y 4. El grupo 3 difiere del general básicamente en que se compone de una población alta (38%) de profesores con alguna formación en campos relacionados con la biología (biología, veterinaria, medicina, agronomía, entre otras) y sólo 4% son químicos. El grupo 2 presenta una proporción parecida al general de químicos, pero contiene mayor cantidad de profesores normalistas (72%) y, en comparación con la muestra total, una disminución de cerca de 10% en profesores biólogos.

De las gráficas 3 y 4 se puede apreciar que en el grupo 1 el positivismo lógico es la principal preferencia epistemológica y tiene una conformación muy similar a la muestra general; en el grupo 2, en el que el racionalismo es la principal preferencia epistemológica, tiene una conformación de normalistas casi de 70%; el grupo 3, en el que el positivismo lógico es la principal preferencia epistemológica y con un aumento del componente empirista, tiene una conformación de biólogos de cerca de 35%, la más alta de los cuatro grupos, y por último el grupo 4, en el que el relativismo es la principal preferencia epistemológica, tiene la conformación más alta de químicos de los cuatro grupos. Por otro lado se nota un aumento

del relativismo en los grupos 2 (12%) y 4 (9%), donde la población de profesores de origen químico presenta un ligero aumento. Estos datos muestran que en general las poblaciones de normalistas no presentan diferencias importantes con relación a profesores que provienen de distintas disciplinas universitarias. Sin embargo, de manera específica los profesores cuyos estudios originarios están en la química, muestran una cierta tendencia hacia una posición relativista del conocimiento científico. Este aspecto quizá esté relacionado con los diversos modelos, en especial con aquellos relacionados con la estructura de la materia que llevan en sus cursos.

### **Sobre los orígenes**

La identificación de los orígenes de las concepciones de ciencia y su multiplicidad que presentan los profesores de química de secundaria (en el sentido que se ha definido de orígenes) no puede pensarse, desde luego, como una determinación precisa, sino como la conjunción de múltiples factores de la vida escolar y profesional de los docentes que de una u otra forma han tenido influencia en cómo perciben la construcción de la ciencia, sus implicaciones sociales y de progreso, así como su enseñanza. Es en cierta forma una averiguación indirecta que se puede obtener de la reflexión de los profesores y que está determinada por aquello que pueden recordar y relacionar –siendo este recuerdo una reinterpretación–, y que tiene que ver con sus imágenes actuales de la ciencia.

Para la determinación de los orígenes se llevó a cabo una entrevista que apoya una retrospectiva en el profesor sobre esa diversidad de factores tales como sus propios profesores, libros que consideran influyentes, el desarrollo profesional que han tenido, la colaboración y discusión con otros profesores de su comunidad escolar, entre otros y que, en conjunto conforman esa multiplicidad de entornos sociales y temporales. Si bien los orígenes no son determinados sino como una aproximación debida a la interrelación de los factores como los descritos, su conocimiento puede tener importantes implicaciones para la formación y actualización docente.

Se entrevistó a 12 profesores normalistas y 8 universitarios; 7 de los veinte tienen maestría. Los factores que aquí se han investigado permiten que contemos con cierto detalle los factores que han sido relevantes en la vida académica de los profesores y que, en conjunto, ayudan a darnos una idea de qué ha contribuido a las ideas que manifiestan en los perfiles epistemológicos y que se corroboran en las entrevistas. Estos factores tienen una interrelación compleja y como tal deben ser analizados, por tanto, no es posible determinar relaciones o correlaciones uno a uno, sino, por el contrario, deben

ser vistos de manera integral para construir un marco interpretativo que dé cuenta de aquello que ha sido relevante en la concepción de ciencia que se muestra en los diversos análisis ya realizados. A partir de los datos obtenidos en esta sección se podrá observar que existen ciertas ambigüedades y confusiones relativas a la construcción, justificación y desarrollo del conocimiento científico, mismas que se ven reflejadas en los elementos que los profesores consideran como científicos y en lo que consideran que es conocimiento científico validado.

Para el análisis de los orígenes se plantearon cuatro ejes principales sobre los cuales se establecieron estrategias específicas. A continuación se describen los principales hallazgos de cada eje.

### *Eje 1. Concepción de ciencia: características generales*

Las preguntas iniciales de la entrevista implicaban la identificación de una justificación que tenía que ver con la permanencia o carácter absoluto del conocimiento; los profesores en este caso optan por el relativismo y por el racionalismo. De la muestra entrevistada 80% presentan consistencia con la posición o concepción epistemológica que manifiestan, así como en la distinción entre lo que es y no es el conocimiento científico. Sin embargo, los datos que se proporcionan más adelante hacen ver que esta no es la situación real, puesto que cuando se introducen otros factores, en especial la divulgación y la ciencia ficción, dicha coherencia y claridad no se sostienen y queda solo en el discurso, en el conocimiento declarativo.

Los profesores son conscientes de que a lo largo de su desarrollo académico ha existido alguna transformación en cuanto a su concepción de ciencia o de naturaleza de la ciencia, pero como no es posible que lo precisen queda sólo en una percepción, producto, posiblemente, de la reflexión a la que se ven obligados al responder a la entrevista.

### *Eje 2. Identificación de cambio en sus concepciones: posibles fuentes*

En el reconocimiento que los profesores hacen sobre un cambio en su concepción en torno a la naturaleza de la ciencia destaca la mención en la que resaltan su paso, como alumnos, por la secundaria como un acontecimiento especialmente importante en su formación, en especial por haber marcado su vocación hacia la ciencia o por haber desarrollado una idea de ciencia que les animaba hacia ese campo del conocimiento y que, en la escuela primaria, les parece, era inexistente. También destaca la licenciatura. Esto, como era de esperar en los que estudiaron alguna carrera universitaria y en

los que tienen estudios de posgrado, representa el factor más relevante sobre todo porque es prácticamente el único espacio donde han incursionado en temas de educación y de filosofía de la ciencia. Al respecto cabe destacar que es la población de profesores universitarios de menos de veinte años donde se encuentran más referencias a estos estudios y a las temáticas relacionadas con la filosofía de la ciencia. Por su parte, los profesores normalistas no mencionan su paso por este ciclo escolar como especialmente relevante para su concepción de ciencia.

Otro factor importante de reconocimiento del cambio son las lecturas. Durante la entrevista los profesores mencionaron lecturas sobre cuestiones generales y de divulgación de la ciencia o referidas a su concepción de ciencia. Resalta que los profesores tomen como fuentes válidas a revistas como *Selecciones* o *Muy Interesante*, lo cual evidencia confusiones entre conocimiento científico y el que no lo es. Este tipo de lecturas prácticamente desaparece con los profesores que tienen estudios de maestría, ya que las fuentes cambian significativamente.

En cuanto a la muestra general entrevistada son muy pocos los profesores que han tenido contacto con lecturas específicas de filosofía de la ciencia. Cabe resaltar que también aquí son los profesores de menos de veinte años de antigüedad quienes mencionan autores más contemporáneos y, por su parte, los profesores con más de veinte años mencionan sólo a autores clásicos de la filosofía como Descartes.

### *Eje 3. Factores de transformación*

Los factores de transformación que destacan son la divulgación científica y la ciencia ficción. Ambos factores tienen que ver con medios masivos de información como la televisión y el cine. En ambos medios se aprecia cómo la ciencia ficción se mezcla con la divulgación, dando como resultado que los profesores tengan, como se ha apuntado, confusión entre el conocimiento científico y el que no lo es, y, por consiguiente, en la naturaleza de la ciencia. Resalta la mención de programas televisivos como *Discovery Chanel* y películas como *Parque Jurásico* que mayor número de menciones tuvieron. En cuanto a *Discovery Chanel*, los profesores afirman que lo utilizan para informarse de los avances de la ciencia y, así, tener elementos para comentar con sus alumnos. Por lo que toca a las películas de ciencia ficción, su papel es más difuso. En cuanto a revistas y otras publicaciones son nuevamente los profesores con menos de veinte años de experiencia docente quienes presentan información más actualizada y su contraparte, los profesores de mayor antigüedad,

son quienes leen revistas menos actualizadas y también menos cercanas a un cierto estándar de calidad científica.

Cabe resaltar que se esperaba una influencia mayor de los profesores que los entrevistados tuvieron en su paso por la escuela y la universidad o escuela normal. En general no recuerdan quiénes fueron sus profesores y qué influencia dejaron en ellos; a lo más, algunos los asocian con vocación y sobre todo con la escuela secundaria. Entre las disciplinas escolares que mayor impacto tuvieron en ellos, pero que no necesariamente guardan una relación estrecha con su concepción de ciencia, se encuentran química y biología. Por otro lado, el laboratorio escolar del cual se esperaba cierto impacto fue escasamente mencionado.

#### *Eje 4. Aspectos docentes*

Aunque en la entrevista se tuvieron varias categorías, al final se decidió reunir las en una: la imagen de ciencia que enseñan. En general, es un tema que no abordan de manera sistemática, lo cual era de esperar con los resultados que previamente se han mostrado. Algunos profesores abordan algo al inicio del curso, porque así está en los programas oficiales, pero no son capaces de precisar qué enseñan. Esta situación se corresponde con otros estudios donde la naturaleza de la ciencia es un aspecto descuidado en la educación no sólo secundaria, sino también en la normal y la universitaria.

Como puede notarse, en las posibles fuentes u orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores resaltan la divulgación de la ciencia en sus diversas formas; revistas, programas de televisión e incluso películas de ciencia ficción. Esto se correlaciona con los escasos libros y revistas especializadas que han leído en su desarrollo profesional. Tampoco su educación escolar parece muy relevante, al menos en la percepción de los profesores que participaron en el estudio. Esto hace que no sea sorprendente que los perfiles de los profesores estén centrados en posiciones filosóficas como el positivismo lógico, en el que la actual divulgación de la ciencia tiene su sustento epistemológico. En resumen, la influencia en la conformación de una idea sobre la naturaleza de la ciencia parece tener mayor sustento en la divulgación y la ciencia ficción, que en su formación profesional y en sus actuales actividades docentes.

### **CONSIDERACIONES FINALES**

En el análisis de perfiles epistemológicos, los cuatro primeros grupos representan 82% de la muestra. Las respuestas de los profesores indican un corte positivista lógico, el resto de las corrientes apa-

recen en menor medida y en proporciones similares entre ellas. Cabe destacar que en los grupos contruidos con el análisis de conglomerados, la disminución en las correspondientes poblaciones de profesores normalistas abre la puerta a la presencia, con un porcentaje relativo mayor, de las corrientes filosóficas distintas al positivismo lógico. Se debe señalar que aun cuando pareciera que en las entrevistas sobre los orígenes los profesores cambiaran esta tendencia hacia el relativismo y el racionalismo por sus primeras declaraciones, a lo largo de la misma entrevista se presentan contradicciones que muestran una visión positivista lógica y en menor escala el relativismo y el racionalismo, como se desprende de la influencia de la divulgación de la ciencia en sus concepciones sobre la NOS. Esto refleja que el discurso al que los profesores han sido sometidos mediante sus cursos de formación ha influido en un cambio en sus expresiones, no así en sus concepciones. Esto parece ser la tónica de la transformación que logran los cursos de formación docente, tal y como se muestra en otras investigaciones que se han realizado con profesores de ciencias y sus posibles transformaciones (Flores *et al.*, 2000; Gallegos, Flores y Valdés, 2004). Tanto en esos estudios como en el presente, parecería tratarse de una secuencia histórica —del empirismo hacia el relativismo, pasando por una fuerte influencia del positivismo lógico— relacionada con el proceso de cambio conceptual sobre las nociones de la NOS en los profesores, lo cual constituye una pregunta abierta y puesta a discusión sobre la que habrá que realizar más investigación.

¿Cuál es el impacto de la formación inicial de los profesores sobre sus nociones de la NOS? Los resultados de la investigación muestran una influencia marginal en las percepciones de la naturaleza de la ciencia de los profesores, ya que cuando la composición de las poblaciones presenta mayor número de profesores provenientes de licenciaturas distintas a las de las escuelas normales, la tendencia principal —el positivismo lógico— disminuye un poco y hay mayor dispersión en cuanto a sus preferencias epistemológicas. Lo anterior nos habla de que la influencia en la construcción sobre las nociones de ciencia se encuentra en otros elementos, que pueden ser aquellos que en esta investigación emergen de las expresiones de los profesores, como son la influencia de su educación secundaria, del posgrado (en los pocos casos en los que cuentan con estos estudios) y, en buena medida, en su entorno cultural y social, dominado o mayormente influenciado por los medios de comunicación masiva que se concretan en programas televisivos de divulgación y en películas de ciencia ficción, sin que se tenga la posibilidad de discernir sobre la calidad de la información que pueden obtener de ellos. En particular consideramos que la mezcla que los

profesores hacen de la divulgación científica y la ciencia ficción da como resultado que los profesores tengan, como se ha apuntado, confusión entre el conocimiento científico y el que no lo es, y, por consiguiente, se favorezca una imagen donde el conocimiento es certero, probado experimentalmente y correspondiente con la realidad que explicaría el mayor porcentaje del positivismo lógico encontrado.

Parece que los profesores, al igual que los estudiantes, parten de una noción de aprendizaje enciclopédico y acumulativo, no reflexivo en cuanto a la contribución de los sujetos en torno a la indagación, representación y construcción del conocimiento científico. Éste es otro de los aspectos que habrá que continuar investigando para entender el proceso de construcción de los profesores y, de esta forma, poder incidir en su formación.

Por último, en lo concerniente a los aspectos docentes, se puede ver cómo los profesores, en general, no abordan la temática de “la imagen de la ciencia” (término utilizado en los programas de secundaria para referirse a las nociones sobre la naturaleza de la ciencia). Esta situación corresponde con otros estudios donde la naturaleza de la ciencia, como se ha hecho notar, es un aspecto descuidado en la educación no sólo secundaria, sino también en la normal y la universitaria.

## REFERENCIAS

- ABELL, S. y D. Smith (1994), "What is science? Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science", *International Journal of Science Education*, vol. 16, núm. 4, pp. 475 - 487.
- AIKENHEAD, G. S. (1973), "The measurement of high school students' knowledge about science and scientist", *Science Education*, vol. 57, pp. 359-594.
- ALVARADO R. M. E. (2005), "Desarrollo y concepciones de ciencia en la UNAM", tesis doctoral, México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado.
- BACHELARD, G. (1984), *La filosofía del no*, Buenos Aires, Amorrortu.
- BARNETT, J y D. Hodson (2001), "Pedagogical context knowledge: toward good science teachers know", *Science Education*, vol. 85, núm. 4, pp. 426-453.
- BARUFALDI, J., L. Bethel y W. Lamb (1997), "The effect of a science methods course on the philosophical view of science among elementary education majors", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 14, pp. 289 - 294.
- BENSON, G. (1989), "Epistemology and science curriculum", *Journal of Curriculum Studies*, vol. 21 núm. 4, pp. 329 - 344.
- BLOOM, J. (1989), "Preservice elementary teachers' conceptions of science: science, theories and evolution", *International Journal of Science Education*, vol. 11 núm. 4, pp. 401-415.
- BROWN, H. (1984), *La nueva filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos.
- BONILLA, X. (2003), "Concepciones epistemológicas de aprendizaje y evaluación de los docentes de ciencias naturales de la Escuela Normal Superior de México", tesis de maestría, UPN.
- BRICKHOUSE, N. (1989), "The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: case studies of teachers' personal theories", *International Journal of Science Education*, vol. 11 núm. 4, pp. 437-449.
- (1990), "Teacher's beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice", *Journal of Teacher Education*, vol. 41 núm. 3, pp. 53-62.
- CAMPANARIO, J. (2003), "Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 21 núm. 2, pp. 319 - 328.
- FLORES, F., A. López, L. Gallegos y J. Barojas (2000), "Transforming science and learning concepts of physics teachers", *International Journal of Science Education*, vol. 22 núm. 2, pp. 197 - 208.
- FLORES, F., L. Gallegos, María C Sánchez, P. Sosa, A. López, A. García, C. Alvarado, S. Valdés, B. Reachy y D. Rodríguez (2002a), "Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los cursos nacionales de actualización", *Informes Finales de Investigación Educativa* (convocatoria 2002), SEP, México.
- FLORES, F., L. Gallegos, E. Vega, A. García, B. García, M. Cruz, S. Valdez, I. López, N. Ulloa, C. Alvarado, C. Lima, J. Soto, F. Reyes (2004b), "Conocimientos básicos e imagen de la naturaleza de la ciencia de los profesores de secundaria", reporte de investigación, UNAM, México.
- FLORES, F., L. Gallegos, X. Bonilla, F. Reyes, B. García, M. Cruz, N. Ulloa, María E. Alvarado, L. López y F. Soto (2006), "Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores de ciencias naturales", reporte de investigación, UNAM, México.
- GALLAGHER, J. (1991), "Prospective and practicing secondary school science teacher's knowledge and beliefs about the philosophy of science", *Science Education*, vol. 75, núm. 1, pp. 121-133.
- GALLEGOS, L., F. Flores y S. Valdés (2004), "Transformación de la enseñanza de la ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los Cursos Nacionales de Actualización", *Perfiles Educativos*, vol. XXIX, núm. 103, pp. 7-37.
- GALLEGOS, L. y Garritz, A. (2006), "Los perfiles de modelos como una representación individual y grupal de las concepciones de los estudiantes", en I. Pozo y F. Flores (eds.), *Transformaciones conceptuales y representacionales*, Madrid, Antonio Machado (en prensa).
- GARCÍA, Alejandra, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2005), "The national in-service courses for science teachers and their effect on educational reform in Mexico", *Journal of Educational for Teaching*, vol. 31, núm. 1, pp. 37-46.
- GRIFFITHS, A. K. y Barry, M. (1995), "High school students' views about the nature of science: result from three countries", *School Science and Mathematics*, vol. 95 núm. 5, pp. 248-255.

- KIMBALL, Merrit E. (1967-1968), "Understanding the nature of science: a comparison of scientists and science teachers", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 5, pp. 110-120.
- KOULAIDIS, V. y Ogborn, J. (1995), "Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them", *International Journal of Science Education*, vol. 17, núm. 3, pp. 273-283.
- LEDERMAN, N. (1986), "Relating Teaching behavior and classroom climate to changes in students' conceptions of the nature of science", *Science Education*, vol. 70, núm. 1, pp. 3-19.
- LEDERMAN, N. (1992), "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teacher behavior?", *Science Education*, vol. 71, pp. 721-734.
- LEVITT, K. E. (2001), "An analysis of elementary Teachers beliefs regarding the teaching and learning of science", *Science Education*, vol. 86 núm. 1, pp. 1-23.
- MATTHEWS, M. (2000), "Foreword and introduction", en W. McComas (ed.), *The nature of science in science education*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- MELLADO, V. (1997), "Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of nature of science", *Science and Education*, vol. 6, núm. 4, pp. 323-329.
- OLIVE, L. (1996), *Razón y sociedad*, México, Fontamara (Biblioteca de Ética, Filosofía del Derecho y Política).
- PALMQUIST, B. C. (1997), "Preservice teachers' views of the nature of science during a post baccalaureate science teaching program", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 34, pp. 595-615.
- PÉREZ Ranzas, A. (1999), *Kuhn y el cambio científico*, México, Fondo de Cultura Económica.
- POMEROY, D. (1993), "Implications of teacher's beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers", *Science Education*, vol. 77, núm. 3, pp. 261-278.
- PORLAN, R. Rivero, A. y R. Martín del Pozo (1997), "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 15, núm. 2, pp. 155-171.
- ROWELL, J. A. y Cawthron, E. (1982), "Images of science: an empirical study", *European Journal of Science Education*, vol. 4, núm. 1, pp. 79-94.
- RYDER, L., J. Leach y R. Driver (1999), "Undergraduate science students' images of science", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 36, pp. 201-219.
- TSAI, C. C. (2002), "Nested epistemologies: science teachers belief of teaching, learning and science", *International Journal of Science Education*, vol. 24, núm. 8, pp. 771- 783.
- ZEIDLER, D. y N. Lederman (1989), "The effects of teachers' language on students' conceptions of the nature of science", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 26 núm. 9, pp. 771-783.

## ANEXO 1

### Muestra del cuestionario

Proyecto: Naturaleza de la ciencia y aprendizaje. Perfiles y concepciones de ciencia de los profesores de ciencias naturales de secundaria

Universidad Nacional Autónoma de México

Entidad Federativa: Sexo: F ☐ M ☐

Años de profesor(a): Escuela: Urbana ☐ Rural ☐

Formación de origen:

a) Normalista

b) Universitario (licenciatura en: )

Máximo grado de estudios

Asignatura que imparte: Biología ☐ Física ☐ Química

(Seleccione sólo su asignatura principal)

Un profesor abre un debate con sus alumnos acerca de lo que es la ciencia, sus procedimientos, sus logros y alcances. En ese debate surgen las preguntas que se muestran a continuación. De cada una de esas preguntas elija y justifique la opción que considera más adecuada para responder a los alumnos si usted fuese el profesor(a).

1. ¿Cuál es el papel o función que tiene la observación para el desarrollo del conocimiento científico?

- a) La observación es la fuente de todo conocimiento humano y es a partir de ella que los científicos descubren las leyes siempre y cuando se haga de manera sistemática y objetiva. (e)
- b) La observación no permite encontrar, por sí misma, leyes y otros conocimientos científicos; ya que no es confiable. Las personas observan cosas diferentes. (r)
- c) Lo que se observa no es objetivo, depende de la teoría o concepción previa que tenga el investigador, por lo que la observación es útil, principalmente, para ampliar el conjunto de fenómenos que pueden ser interpretados a partir de la teoría. (re)
- d) La observación proporciona datos verdaderos que son interpretados con ayuda de los conceptos de una disciplina científica y, a partir de ellos, se elaboran leyes y conocimientos para que puedan ser verificados. (pl)

Opción elegida

Por favor, justifique su elección.

2. ¿Cuál es la labor de un científico?

- a) Observar y asociar hechos de manera objetiva y metodológica para descubrir leyes universales. (e)
- b) Elaborar hipótesis y teorías que describan un cierto ámbito fenomenológico y someterlas a prueba constantemente hasta que se demuestre su falsedad. (pl)
- c) Organizar los fenómenos a partir de las reglas del razonamiento humano y principios fundamentales y elaborar con ellos una teoría. (r)
- d) Construir teorías que, si bien no serán definitivas, permiten, sin embargo, interpretar fenómenos naturales, brindar explicaciones plausibles y dar solución a problemas específicos. (re)

Opción elegida

Por favor, justifique su elección.

3. ¿Qué acciones considera se deben seguir para generar conocimiento científico?

- a) Elaborar a partir de proponer hipótesis y seguir un método, posibles teorías o modelos que permitan predecir situaciones o fenómenos y contrastar experimentalmente la verdad o falsedad de las teorías construidas. (pl)
- b) Observar de manera objetiva la naturaleza y comprobar que lo descrito se repite en una gran cantidad de casos para poder generalizar y, así, obtener un conocimiento verdadero de la realidad. (e)
- c) Establecer, a partir de axiomas generales determinados por la lógica de la razón, deducciones que permitan elaborar interpretaciones y determinar la más lógica o racional para explicar los fenómenos o procesos naturales. (r)
- d) Construir de acuerdo a ciertas concepciones o supuestos básicos compartidos por una comunidad científica teorías tentativas pero coherentes que muestren su capacidad explicativa y predictiva. (re)

Opción elegida

Por favor, justifique su elección.

## ANEXO 2

Guía de entrevista (muestra)

Guía de entrevista

(No. Folio )

Estimado profesor(a) en una investigación llevada a cabo con otros profesores en la que se les preguntó sobre su idea de ciencia, se obtuvieron respuestas como las siguientes:

- Al hablar de ciencia queda implícito que se trata de conocimiento científico por lo que se trata de conocimiento verdadero.

- La ciencia es el conjunto de teorías que poco a poco se ha ido modificando gracias a la inteligencia del ser humano, porque con sus hipótesis recabadas han logrado una mejor forma de vida en todos los aspectos.

- La ciencia no puede cambiar en su aspecto filosófico, pero en su contenido científico puede variar, si se comprueba que no explica de forma real la verdad.

- Es un conjunto de conocimientos ordenados, sistemáticos que nos permiten mediante un método acceder a un conocimiento objetivo.

- Si la ciencia fuera un conjunto de teorías terminadas dejaría de existir, siempre habrá ciencia, mientras el hombre y la naturaleza accionen.

1. ¿Con cuál idea o ideas de las expresadas está usted más de acuerdo? ¿Podría decir por qué está de acuerdo con las ideas elegidas?

2. ¿Alguna vez ha tratado estos temas con sus alumnos?

Sí, ¿Qué aspectos ha abordado?

No, ¿Qué aspectos considera que deberían abordarse?

3. De las respuestas que acaba de dar a ambas preguntas nos gustaría saber su procedencia, esto es, saber si es posible encontrar algunos de sus orígenes en su formación y experiencia como profesor(a). Para ello y, teniendo en mente lo que acaba de expresar, le pedimos un esfuerzo de reflexión sobre los siguientes aspectos que pueden haber orientado sus respuestas:

3.1 Sus ideas se deben, principalmente, a algún o algunos profesores que tuvo a lo largo de su formación académica (secundaria ☐, bachillerato ☐, profesional ☐, posgrado ☐)

Sí, ¿Recuerda algo de ese profesor(es) que le haya dejado especial huella en sus ideas sobre ciencia?

¿Podría decir de qué materia se trataba?

(física ☐, biología ☐, química ☐, matemáticas ☐, historia ☐, otras materias ☐)

3.2. Las ideas con las que está de acuerdo son debidas a algún o algunos libros en los que haya encontrado ideas fructíferas sobre este tema

(texto ☐, científicos ☐, filosóficos ☐, sociales ☐, divulgación científica ☐, ciencia ficción ☐, otros ☐)

¿Recuerda algunos que más le hayan gustado o considere especialmente útiles con relación a lo que es la ciencia?

3.3. Considera que son debido a la influencia de alguna de las escuelas donde se formó (secundaria ☐, bachillerato ☐, normal ☐, universidad ☐)

Sí, ¿por el plan de estudios, o algunas materias, trabajos o tareas especiales?

No, ¿en ningún programa o materia este tema fue abordado?

3.4. Piensa, por el contrario, que son debidas principalmente a su experiencia docente (por reflexión individual ☐, por análisis y discusión con otros profesores ☐)

¿Podría relatar algo en particular?

# Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química<sup>1</sup>

FERNANDO FLORES CAMACHO\*, LETICIA GALLEGOS CÁZARES\*\*

Y FLOR REYES CÁRDENAS\*\*\*

Este trabajo presenta los resultados de una investigación sobre las concepciones de ciencia de profesores de química de secundaria. Se presentan sus perfiles epistemológicos haciendo un análisis de conglomerados y se dan elementos para conocer los orígenes, en términos de fuentes de conocimiento, de sus concepciones. Para ello se aplicó un cuestionario y una entrevista a profesores en una muestra nacional. El análisis se llevó a cabo mediante corrientes filosóficas en tres ejes: descubrimiento, justificación y progreso científico. En cuanto a los orígenes, se investigaron los factores de la trayectoria escolar y académica de los profesores, encontrando relaciones entre sus ideas sobre la ciencia y su entorno cultural y académico.

*This work shows research results about the teachers' ideas on nature of science of secondary chemistry teachers. The population was of 156 chemistry teachers of several States of the country. The epistemological teachers' profiles, was build using a cluster analysis and some aspects relate with the origin of teachers' ideas were reported. In order to gate the data a questionnaire and an interview was applied and these data was analyses throw epistemological categories. Related to the origins, factors like scholar and academic trajectory were investigated finding relationships between their nature of science ideas and the cultural and academic context.*

Naturaleza de la ciencia / Profesores de química / Perfiles epistemológicos /

Enseñanza de la ciencia / Formación docente

*Nature of science / Chemistry teachers / Epistemological profiles / Science education / Training teachers*

**Recepción: 16 de mayo de 2006 /  
aprobación: 11 de julio de 2007**

1. La presente investigación recibió los amables apoyos de SEPSEBYN –2003 –C01 -8 y Dirección General de Formación Continua de Maestros en Servicio, SEB, SEP.

\* Doctor en Pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Investigador en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la UNAM en el área de Cognición y Didáctica de las Ciencias. Miembro del SNI nivel II. Publicaciones recientes: Fernando Flores-Camacho, Leticia Gallegos-Cázares, X. Bonilla, I. López y B. García (2007), "Concepciones sobre

la naturaleza de la ciencia de los profesores de Biología del nivel secundario", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 12, núm. 3, pp. 359-380; Alejandra García, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2005), "The national in-service courses for science teachers and their effect on educational reform in Mexico", *Journal of Education for Teaching*, vol. 31, núm. 1, pp. 37-46. Correo electrónico: fernando.flores@ccadet.unam.mx

\*\* Doctora en Pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, Investigadora en el CCADET de la UNAM en el área de Cognición y Didáctica de las Ciencias. Miembro del SNI nivel II. Publicaciones recientes: "Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de

Biología del nivel secundario", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 12, núm. 3, pp. 359-380; Alejandra García, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2005), "The national in-service courses for science teachers and their effect on educational reform in Mexico", *Journal of Education for Teaching*, vol. 31, núm. 1, pp. 37-46.

\*\*\* Maestra en Pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Asistente de investigación en el CCADET de la UNAM. Publicaciones recientes: A. García, Flor Reyes, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2006), "Conocimientos básicos de los profesores de química de secundaria", *Educación Química*, vol. 17, núm. 3, pp. 379-387.

## INTRODUCCIÓN

### **¿Por qué es relevante conocer las concepciones de ciencia de los profesores de ciencias?**

En el ámbito de la enseñanza de la ciencia uno de los temas que han despertado gran interés por las posibles implicaciones que tiene para los procesos de enseñanza de las ciencias naturales es la identificación en los actores de la educación, de lo que se denomina Naturaleza de la Ciencia (NOS, por las siglas en inglés de *Nature of Science*). Sin embargo, a pesar de las expectativas que se han generado en torno a su posible influencia directa sobre las formas y procesos de la enseñanza, no existe aún acuerdo sobre cuáles son esas implicaciones.

Una de las posibles razones es que se buscan implicaciones que puedan ser evidentes en el corto plazo y con indicadores precisos que pudieran no ser los adecuados para esta temática (Mellado, 1997). A pesar de ello, ha ido ganando terreno (Brickhouse, 1989; Lederman, 1992) la idea de que, aun cuando no se tienen esos indicadores precisos, la concepción de ciencia que tiene el profesor influye de manera significativa en sus formas de enseñanza, pero sobre todo en la imagen de ciencia que desarrollan sus estudiantes. Esto ocurre, desde luego, en formas sutiles que deben buscarse en contextos amplios y de más largo plazo que lo que puede observarse en un momento dado en el salón de clases.

En particular, las formas implícitas que perciben los alumnos de las referencias —voluntarias o no— de los profesores que enmarcan su conceptualización sobre la construcción del conocimiento científico, su desarrollo histórico y sus implicaciones en la vida cotidiana, es decir su NOS, dejan una profunda huella en ellos y marcan, en alguna medida, cómo se aproximarán escolarmente a los niveles subsiguientes del aprendizaje de las ciencias y qué idea tendrán de la ciencia en su vida futura, sobre todo en el caso de no continuar con una formación científica.

Como un ejemplo de las consideraciones que actualmente se tienen de la necesidad de conocer las concepciones sobre la NOS de los profesores, Campanario (2003) señala la prioridad de conocer las concepciones de los profesores universitarios, antes de iniciar cualquier programa de formación docente y didáctica, como también conocer los posibles orígenes de las concepciones inadecuadas y prejuicios más comunes que los profesores tienen sobre la didáctica de la ciencias y su papel en la enseñanza, y que generan en la sociedad una imagen distorsionada y en ocasiones negativa sobre la ciencia.

La necesidad de indagar los puntos de vista de los profesores acerca de la NOS se vuelve imperiosa cuando se tiene conciencia de que entre los elementos que determinan la identidad de una sociedad o de una cultura se encuentra el conjunto de recursos teóricos y conceptuales —las creencias y los conocimientos— que las personas dentro de esa sociedad tienen para interpretar y comprender el mundo y actuar en consecuencia. Dentro de esta comprensión, no debe dejarse de lado que también se encuentran valores, normas y reglas que se utilizan para hacer evaluaciones epistémicas, morales o estéticas en torno a la ciencia y sus implicaciones en la sociedad. También deben tomarse en cuenta las formas de razonamiento consideradas como aceptables en la sociedad, lo que supone identificar las reglas de inferencia, así como los principios metodológicos utilizados para aceptar o rechazar creencias o seguir cursos de acción, que entre otros elementos incluyen criterios para reconocer lo que cuenta como evidencia (Olive, 1996). En correspondencia con esta posición, Matthews (2000) hace notar que los estudios que se han escrito sobre la materia han establecido los beneficios culturales, educacionales y científicos de enseñar las posturas de avanzada sobre la NOS.

### **Estudios sobre la NOS**

Una breve revisión de las investigaciones enfocadas al conocimiento que tienen profesores y alumnos sobre la NOS (Kimball, 1967-1968; Aikenhead, 1973; Barufaldi *et al.*, 1977; Bloom, 1989; Benson, 1989; Zeidler y Lederman, 1989; Brickhouse, 1990; Abell y Smith, 1994; Palmquist, 1997; Porlan *et al.*, 1997; Barnett y Hodson, 2001; Levitt, 2001; Tsai, 2002; Bonilla, 2003; y Alvarado, 2005) muestra que hay gran diversidad de aproximaciones, y que se han utilizado diversas corrientes de la filosofía de la ciencia para categorizar las ideas de los alumnos y maestros. Ello ha generado que los estudios sobre la NOS se perciban como no exentos de ambigüedades, sobre todo en cuanto a la falta de acuerdo sobre los contextos en los que se hacen los cuestionamientos y en las categorizaciones con las que se enmarca o define qué tipo de concepción de ciencia tienen los sujetos, particularmente en lo que se refiere a su ubicación dentro de las diversas posiciones filosóficas. Finalmente, cabe señalar que la temática de los orígenes de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia está ausente o ha sido poco atendida en la investigación precedente; sin embargo, paradójicamente, se considera de importancia investigar al respecto, ya que daría pauta para conocer el ámbito en el que hay que incidir para propiciar un cambio en las concepciones de docentes y alumnos. Cabe aclarar aquí que el término orígenes de

las concepciones de la naturaleza de la ciencia también tiene diversos significados. En algunos casos puede referirse a un aspecto particular como antecedentes de una cierta posición filosófica o a las concepciones que emanan de sus interpretaciones sobre aspectos particulares como el papel de la ciencia o el del científico. Sin embargo, en una perspectiva más amplia que es la que se propone en este trabajo, por orígenes vamos a comprender todo tipo posible de fuente de conocimiento que los profesores han tenido en su desarrollo y que puede vincularse con su actual concepción sobre la naturaleza de la ciencia. Por ejemplo, la influencia que en ellos han tenido sus cursos escolares, sus cursos de actualización o bien los libros y otros documentos que sugieran alguna influencia percibida por los mismos sujetos como relevante en la idea o imagen de ciencia (NOS) que ellos consideran que tienen o adoptan.

### **Alcance y justificación del estudio**

La presente investigación comprende dos aspectos de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores. En uno se lleva a cabo la determinación, mediante un perfil conceptual de las concepciones de ciencia de los profesores apoyado en una delimitación precisa de categorías y contextos en los cuales se puede manifestar el entramado de ideas que surgen en torno a como se percibe la construcción del conocimiento científico. Así, se toman en cuenta los contextos de *descubrimiento*, *justificación* y de *progreso científico* como los ejes sobre los cuales se hará la correspondencia con las corrientes epistemológicas identificables en las concepciones de los profesores. Cabe aclarar que si bien estos ejes pertenecen a la descripción del positivismo lógico y no son compartidos de la misma manera por posiciones epistemológicas como el relativismo, consideramos que son útiles, en primera aproximación, para la caracterización en distintos ámbitos de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los docentes.

Otro aspecto importante derivado de esa caracterización es que la determinación de los perfiles epistemológicos dará información sobre la diversidad de ideas en torno a la ciencia que los individuos pueden tener en función del contexto de la pregunta y de sus expectativas para cada una de ellas pero, sobre todo, indicará cuáles son las principales corrientes filosóficas en torno a la construcción de la ciencia que implícitamente comparten los profesores de ciencias de secundaria y, en el caso particular de este reporte, de los profesores de química.

El segundo aspecto que se analiza está enfocado a la determinación de posibles orígenes en los profesores, derivados de su entorno

cultural y social a lo largo de su formación académica y profesional, como se ha aclarado previamente y cuyo alcance para el presente trabajo es el encontrar elementos que en el desarrollo previo de los profesores puedan dar indicios que justifiquen o permitan inferir algunas posibles causas de las concepciones que actualmente sostienen y son descritas en los perfiles conceptuales sobre la NOS.

Lo descrito permite justificar la importancia de llevar a cabo un estudio sobre los perfiles y los orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores con miras a intervenir en su transformación, y, por consiguiente, a que otros aspectos educativos importantes como la implantación de nuevos currículos o reformas curriculares tengan un nicho más apropiado para poder incorporar los enfoques actuales en las formas de acción de los profesores. Pero tal vez lo más importante es lograr determinar prácticas y procesos educativos que han llevado a un estado no deseado de conocimiento de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia que, como podemos afirmar junto con muchos autores que aquí se han mencionado, tiene repercusiones trascendentes en la formación de los conocimientos científicos y de percepción de la ciencia por los alumnos.

### **Antecedentes**

Este análisis tiene como antecedentes otras investigaciones, a las que se pretende complementar, que se han llevado a cabo con profesores mexicanos (Flores *et al.*, 2004a; Flores *et al.*, 2004b, y García *et al.*, 2005), en las cuales se han analizado tanto aspectos de los conocimientos científicos que tienen los profesores de las disciplinas que enseñan, como los efectos que iniciativas como los Cursos Nacionales de Actualización han tenido en ellos, sobre todo en algunos aspectos de su percepción de la ciencia y su enseñanza. Estos estudios abarcan aspectos que han sido muy poco explorados y de los cuales no hay referencias precisas en el entorno nacional: Así, con el presente trabajo se pretende completar el conocimiento de los profesores de ciencias en educación secundaria —en este caso para el área de química—, con el fin de contribuir al desarrollo de la caracterización de los docentes que consideramos necesaria para comprender mejor la situación en la que se encuentra la enseñanza de la ciencia en México y aportar elementos posibles a tomar en cuenta para su transformación, como es el caso de la NOS. Consideramos que el análisis de sus orígenes constituye una aportación al campo, pero, sobre todo, nos permitirá clarificar de mejor manera las relaciones entre concepción de ciencia y formas de enseñanza que están presentes en el debate internacional (Lederman, 1986; Zeidler y Lederman, 1989; Gallagher, 1991; Kouladis y Ogborn,

1995; Flores *et al.*, 2000), esto con la finalidad de comprender mejor los problemas de enseñanza de las ciencias que se tienen en el país.

### **Objetivos de investigación**

El estudio forma parte de un proyecto que analiza las concepciones de ciencia de los profesores de ciencias naturales de educación secundaria; sin embargo, en este estudio se reporta lo correspondiente a los profesores de química, por lo que los objetivos quedarán delimitados como:

- Elaborar un perfil de las principales concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de química.
- Determinar posibles orígenes en los profesores de química de sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia con relación a su formación previa, contexto profesional y entorno cultural.

### **Metodología**

La muestra total analizada fue de 156 profesores de química de 10 estados de la república a los que se aplicó un cuestionario para la determinación de los perfiles epistemológicos. Una muestra de esos profesores fue entrevistada con el fin de precisar la interpretación de sus respuestas. Los profesores fueron convocados por la Secretaría de Educación Pública y cada entidad federativa los seleccionó de acuerdo a sus propios criterios, por lo que podemos considerar que la muestra no tiene sesgos importantes. La distribución de los profesores por estado es la siguiente: en Aguascalientes, 25; Estado de México, 8; Guerrero, 17; Hidalgo, 16; Nayarit, 21; Sinaloa, 5; Sonora, 20; Tabasco, 9; Tlaxcala, 19, y Veracruz, 16.

Para recoger la información se elaboró un cuestionario estructurado conforme a los tres ejes de análisis —que corresponden al manejo tradicional de la filosofía de la ciencia (Brown, 1984, y Pérez, 1999)— que dan cuenta de la elaboración del conocimiento con el eje o contexto de descubrimiento; de los procesos de validación con el eje o contexto de justificación, y del progreso o evolución del conocimiento científico con el eje o contexto de progreso. El cuestionario plantea para cada eje una serie de preguntas que tienen cada una cuatro opciones.

En la elaboración de las preguntas, además de las consideraciones expuestas, se utilizaron preguntas de investigaciones previas (Rowell y Cawthron, 1982; Pomeroy, 1993; Griffiths y Barry, 1995; Palmquist, 1997, y Ryder *et al.*, 1999). Cada pregunta presenta cuatro opciones cerradas de respuesta. Cada opción fue ela-

borada de manera que corresponda a las corrientes filosóficas siguientes: empirismo, racionalismo, positivismo lógico (en el que se incluye al racionalismo crítico en su concepción llamada estándar), y relativismo o constructivismo; con ello se posibilita la identificación de las preferencias epistemológicas de los profesores para cada uno de los contextos. Los cuestionarios fueron previamente aplicados a estudiantes del nivel medio superior y a profesores para ajustarlos y evaluar la comprensión, inteligibilidad de las preguntas y viabilidad de las respuestas. También se pidió la opinión de expertos para afinar los criterios de asignación de la etiqueta filosófica correspondiente. Una muestra del cuestionario se encuentra en el anexo 1.

Para indagar los aspectos relativos a los orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores en torno a la naturaleza de la ciencia se elaboró una guía de entrevista (Flores *et al.*, 2006), misma que se aplicó a veinte profesores (en el anexo 2 se muestran algunos de los temas y preguntas de la guía). En ella se presentan cuatro pequeños textos correspondientes a las posiciones filosóficas ya descritas, se le pregunta al profesor entrevistado con cuál se identifica y, a partir de ello, se inicia el cuestionario. Si bien la guía marca los diversos aspectos tales como influencia de textos, profesores que tuvieron en su trayectoria académica, medios de comunicación o circunstancias en su vida escolar, deja libertad al entrevistador, por lo que su formato puede catalogarse como semi-estructurado. Las entrevistas fueron transcritas para poder tener acceso inmediato a las respuestas de los profesores y su análisis. Las respuestas a la entrevista fueron analizadas por dos personas.

## RESULTADOS

### Análisis con respecto a los ejes

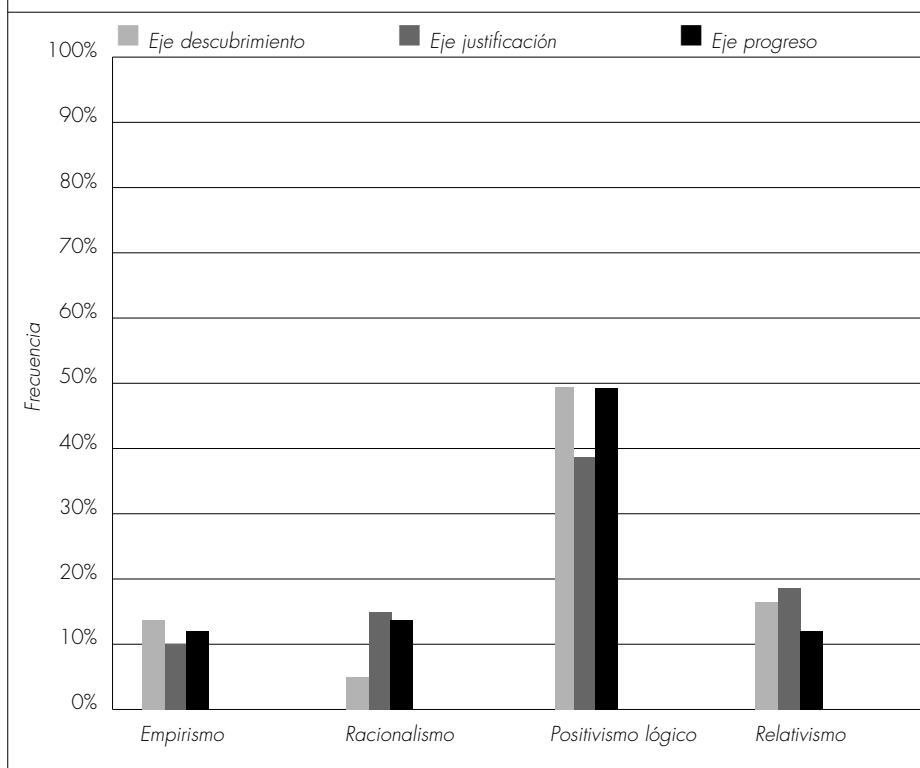
En las preguntas del cuestionario, como se ha explicado, se evalúan los tres ejes: descubrimiento, justificación y progreso científico, y los indicadores que los conforman, como se muestra en el cuadro 1.

En la gráfica 1 se presenta la frecuencia con la que aparecen en las respuestas cerradas del cuestionario las corrientes epistemológicas utilizadas por los profesores en cada uno de los ejes. Como se puede observar, el positivismo lógico es la corriente epistemológica con la que más se identifican los profesores y que orienta sus respuestas sobre los diversos aspectos que sobre la naturaleza de la ciencia se encuentran en el cuestionario. Aunque los valores son muy similares para cada categoría y eje, llama la atención el eje de

**CUADRO 1 •** Correlación de las preguntas con los indicadores

Pregunta	Eje	Indicador
1, 2 y 3	Descubrimiento	Observación Relación sujeto-objeto Metodología de la ciencia
4, 5 y 6	Justificación	Experimento Validación Certidumbre
7 y 8	Progreso	Concepción de ciencia Comunidad científica Finalidad de la ciencia

**GRÁFICA 1 •** Análisis por ejes de las preferencias epistemológicas de los profesores de química de secundaria



justificación que muestra un valor ligeramente más bajo. Cabe aclarar que este eje está principalmente relacionado con los criterios de validación del conocimiento científico, así como con los del papel del experimento y los criterios de verdad y correspondencia con la realidad del conocimiento científico.

En orden descendente, el relativismo presenta para los tres ejes valores similares cercanos a 15%, donde el eje o contexto de progreso científico tiene el valor más bajo. El racionalismo también tiene en general valores cercanos a 15% en los ejes de justificación y progreso, y 5% para el descubrimiento. Por último, el empirismo apenas alcanza valores alrededor de 12% para los tres ejes. Finalmente, hay un porcentaje total de respuestas que no fueron contestadas: para el eje de descubrimiento, que fue de 16%; para el eje de justificación, 18%, y para el eje de progreso, 12 por ciento.

Los datos muestran que la mayoría de las respuestas de los profesores en los tres ejes se encuentran alrededor del positivismo lógico, pero están presentes también las otras corrientes epistemológicas, lo que indica que el pensamiento de los profesores no es homogéneo y, por lo tanto, presenta un perfil epistemológico que será descrito a continuación. Los datos también hacen ver que el contexto de las preguntas está relacionado con un tipo de corriente filosófica, por lo que refuerza el que las representaciones de los sujetos en los ámbitos de la ciencia son dependientes de los contextos.

### **Los perfiles epistemológicos**

El término perfil epistemológico fue acuñado por Bachelard (1984) en su libro *La filosofía del no*; en él se presenta la diversidad de posiciones que un sujeto tiene sobre el conocimiento de un concepto si se analizan a la luz de diversos enfoques epistemológicos. Enfatiza con ello que el pensamiento no es homogéneo y que las personas utilizan diversas aproximaciones para una misma entidad conceptual. Con base en lo anterior esta investigación muestra los resultados de la construcción de los perfiles epistemológicos de los profesores de química analizados en torno a sus ideas sobre la naturaleza de la ciencia. Estos perfiles son en estricto sentido epistemológicos puesto que dan cuenta de las concepciones de la ciencia en términos de sus expectativas filosóficas, es decir sobre la construcción del conocimiento, su validación y sus ideas de progreso.

Para el presente análisis, además de utilizar los perfiles en el sentido descrito por Bachelard (1984), se hace uso de un proceso desarrollado por Gallegos y Garritz (2006), donde se muestra cómo estos perfiles, que en esencia son individuales, pueden ser utiliza-

dos para la determinación de los perfiles de grupo, es decir, cómo utilizarlos para dar cuenta de las tendencias epistemológicas de grupos de personas, en este caso de los profesores.

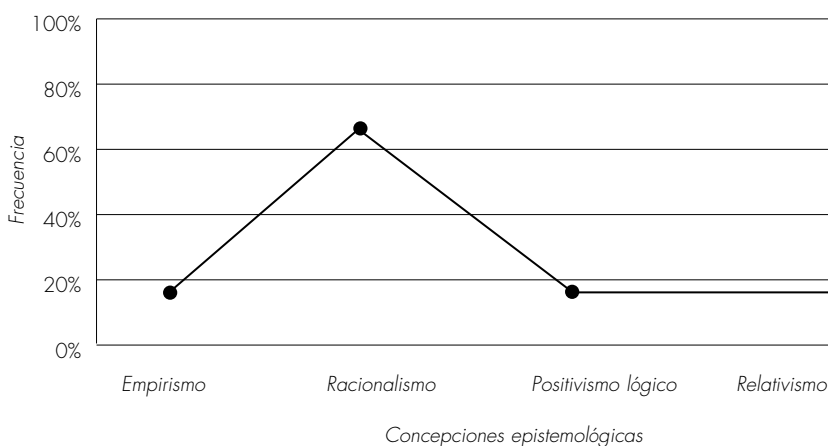
Por ejemplo, un profesor respondió de la siguiente forma: 13% dentro de la categoría empirista (E); 63% en la racionalista (R); 13% en el positivismo lógico (Pl) y 13% en el relativismo (Re). Lo anterior muestra que el profesor presenta diversidad en sus enfoques sobre naturaleza de la ciencia. Esta diversidad de posiciones representa su perfil, que es: 13E, 63R, 13Pl, 13Re, lo cual se puede observar en la gráfica 2.

Este profesor tiende principalmente hacia el racionalismo y muestra con frecuencia baja y en proporciones similares las otras tres corrientes epistemológicas; por ello se espera que este profesor dé respuestas, en lo general, de tipo racionalista y no según las otras corrientes filosóficas.

De manera similar se elaboraron los perfiles epistemológicos de todos los profesores. Con esos datos se llevó a cabo un proceso estadístico de conglomerados donde se obtuvieron siete grupos que agrupan a los profesores que muestran tendencias epistemológicas similares. Para cada uno de esos grupos se elaboró un perfil promedio.

A continuación se presentan los grupos obtenidos, así como una descripción de cada uno. También se muestra para los grupos de mayor relevancia la posible relación entre los años de experiencia y la formación inicial, y una síntesis general de resultados.

**GRÁFICA 2 •** Perfil epistemológicas de un profesor



**CUADRO 2 •** Porcentaje que muestra el perfil de uso de las posiciones filosóficas de profesores de química por grupo

Grupo	Población (%)	Empirismo (%)	Racionalismo (%)	Positivismo lógico (%)	Relativismo (%)
1	54	11	13	56	17
2	12	14	38	15	31
3	11	38	14	40	6
4	9	4	12	24	52
5	6	6	61	14	19
6	6	4	4	89	4
7	2	4	0	4	0
Promedio		12	20	35	18

### Perfiles epistemológicos de grupos de profesores de química

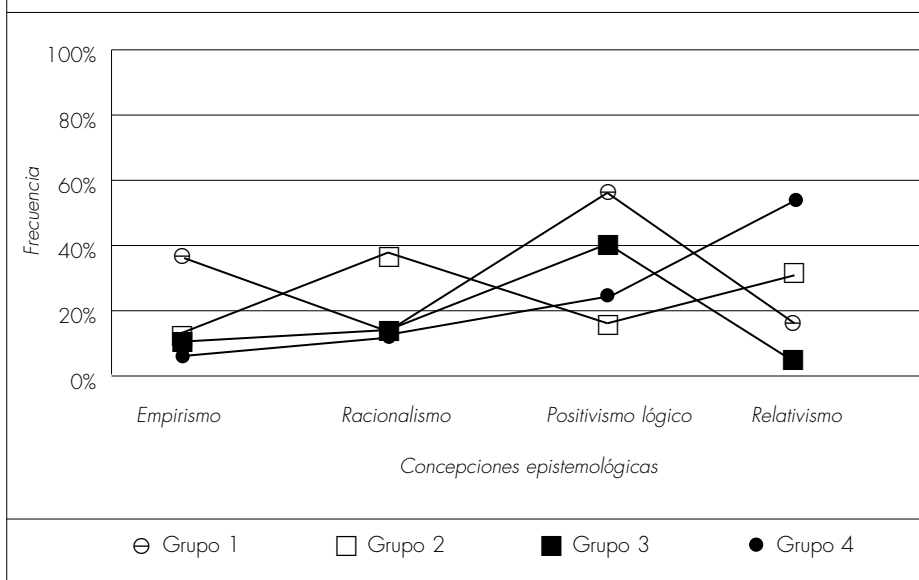
Los siete grupos obtenidos del análisis de conglomerados representan los perfiles de los profesores, mismos que se muestran en el cuadro 2 en orden descendente, de acuerdo al porcentaje de profesores que agrupa.

En el mismo cuadro 2 puede notarse cómo en los seis primeros grupos los profesores responden prácticamente todo el cuestionario (92%); en contraste, el grupo 7 tiene tan sólo 8% de las respuestas. El primer grupo representa 54% de la muestra y entre los grupos 2, 3 y 4 se encuentran 32% de la población. Esto hace que en los cuatro primeros grupos se encuentren caracterizados 86% de la muestra total, y son los grupos que se analizarán a continuación.

En la gráfica 3 se presentan los porcentajes de los perfiles epistemológicos promedio. Como puede observarse, el promedio general de toda la muestra implica que los profesores en sus respuestas se orientan hacia el positivismo lógico y en segundo y tercer lugar hacia las posiciones racionalista y relativista, mientras que el empirismo ocupa el menor porcentaje.

En cuanto a las corrientes epistemológicas, hay dos grupos que llaman la atención por su valor para el positivismo lógico: grupo 1, con 56% y el grupo 3, con 40%. El relativismo es el corte mayoritario en las respuestas del grupo 4 (52%) y del grupo 2 (31%). El racionalismo destaca en el grupo 2 (38%). En cuanto al empirismo, con excepción del grupo tres, que tiene 38%, todos los demás grupos muestran valores por debajo de 15 por ciento.

**GRÁFICA 3 •** Perfiles epistemológicos de los cuatro primeros grupos



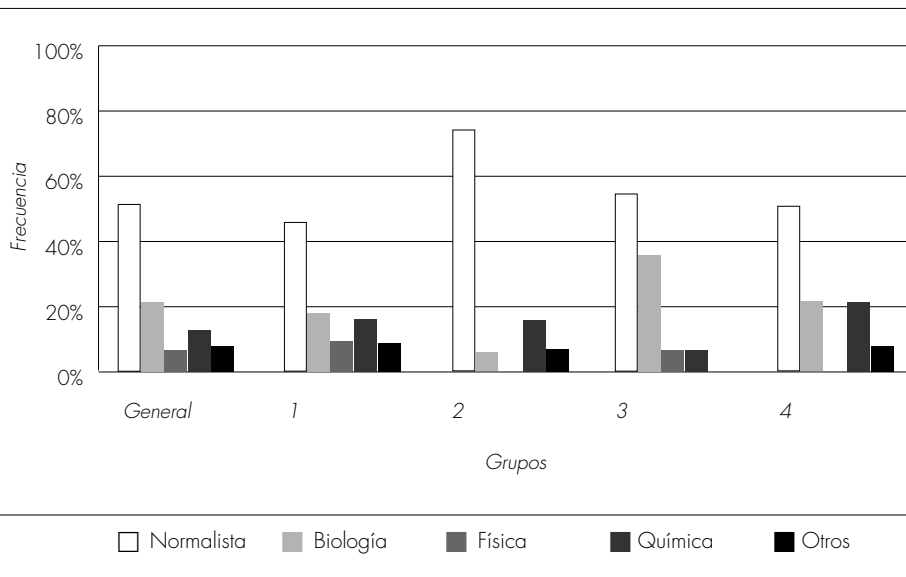
El positivismo lógico es, sin duda, la corriente epistemológica con la que más se identifican los profesores de química, lo cual implica que estos profesores tienen preferencia, en los tres ejes contextuales, por una posición filosófica en la que se concibe al conocimiento como correspondiente con la realidad; que tienen métodos de validación que hacen que el conocimiento científico sea verdadero, y que el progreso de la ciencia se deba al establecimiento acumulativo y coherente de conocimientos.

### ¿Influye la formación inicial de los profesores?

Un factor que en diversas ocasiones se ha considerado como relevante es la formación inicial de los profesores, en especial si son universitarios o normalistas. Los estudios al respecto no parecen conclusivos y cabe aquí la pregunta de si hay diferencias en cuanto a los perfiles sobre la NOS de los profesores de química de educación secundaria con respecto de su formación inicial. La gráfica 4 muestra su distribución para los cuatro grupos que hemos venido analizando.

En la muestra hay profesores normalistas, biólogos y químicos en los cuatro grupos que analizamos. Particularmente, los que tuvieron su formación dentro del algún campo de la química (químicos, ingenieros químicos, entre otros) tienen composiciones

**GRÁFICA 4 •** Porcentaje de profesores que enseñan química. Distribución por grupo y formación inicial



mucho más representativas en los grupos 3 y 4. Como se puede observar, 8% de la muestra (otros) no incluye profesores capacitados en el área que imparten.

Se pueden apreciar pequeñas diferencias entre la muestra general y los grupos 1 y 4. El grupo 3 difiere del general básicamente en que se compone de una población alta (38%) de profesores con alguna formación en campos relacionados con la biología (biología, veterinaria, medicina, agronomía, entre otras) y sólo 4% son químicos. El grupo 2 presenta una proporción parecida al general de químicos, pero contiene mayor cantidad de profesores normalistas (72%) y, en comparación con la muestra total, una disminución de cerca de 10% en profesores biólogos.

De las gráficas 3 y 4 se puede apreciar que en el grupo 1 el positivismo lógico es la principal preferencia epistemológica y tiene una conformación muy similar a la muestra general; en el grupo 2, en el que el racionalismo es la principal preferencia epistemológica, tiene una conformación de normalistas casi de 70%; el grupo 3, en el que el positivismo lógico es la principal preferencia epistemológica y con un aumento del componente empirista, tiene una conformación de biólogos de cerca de 35%, la más alta de los cuatro grupos, y por último el grupo 4, en el que el relativismo es la principal preferencia epistemológica, tiene la conformación más alta de químicos de los cuatro grupos. Por otro lado se nota un aumento

del relativismo en los grupos 2 (12%) y 4 (9%), donde la población de profesores de origen químico presenta un ligero aumento. Estos datos muestran que en general las poblaciones de normalistas no presentan diferencias importantes con relación a profesores que provienen de distintas disciplinas universitarias. Sin embargo, de manera específica los profesores cuyos estudios originarios están en la química, muestran una cierta tendencia hacia una posición relativista del conocimiento científico. Este aspecto quizá esté relacionado con los diversos modelos, en especial con aquellos relacionados con la estructura de la materia que llevan en sus cursos.

### **Sobre los orígenes**

La identificación de los orígenes de las concepciones de ciencia y su multiplicidad que presentan los profesores de química de secundaria (en el sentido que se ha definido de orígenes) no puede pensarse, desde luego, como una determinación precisa, sino como la conjunción de múltiples factores de la vida escolar y profesional de los docentes que de una u otra forma han tenido influencia en cómo perciben la construcción de la ciencia, sus implicaciones sociales y de progreso, así como su enseñanza. Es en cierta forma una averiguación indirecta que se puede obtener de la reflexión de los profesores y que está determinada por aquello que pueden recordar y relacionar –siendo este recuerdo una reinterpretación–, y que tiene que ver con sus imágenes actuales de la ciencia.

Para la determinación de los orígenes se llevó a cabo una entrevista que apoya una retrospectiva en el profesor sobre esa diversidad de factores tales como sus propios profesores, libros que consideran influyentes, el desarrollo profesional que han tenido, la colaboración y discusión con otros profesores de su comunidad escolar, entre otros y que, en conjunto conforman esa multiplicidad de entornos sociales y temporales. Si bien los orígenes no son determinados sino como una aproximación debida a la interrelación de los factores como los descritos, su conocimiento puede tener importantes implicaciones para la formación y actualización docente.

Se entrevistó a 12 profesores normalistas y 8 universitarios; 7 de los veinte tienen maestría. Los factores que aquí se han investigado permiten que contemos con cierto detalle los factores que han sido relevantes en la vida académica de los profesores y que, en conjunto, ayudan a darnos una idea de qué ha contribuido a las ideas que manifiestan en los perfiles epistemológicos y que se corroboran en las entrevistas. Estos factores tienen una interrelación compleja y como tal deben ser analizados, por tanto, no es posible determinar relaciones o correlaciones uno a uno, sino, por el contrario, deben

ser vistos de manera integral para construir un marco interpretativo que dé cuenta de aquello que ha sido relevante en la concepción de ciencia que se muestra en los diversos análisis ya realizados. A partir de los datos obtenidos en esta sección se podrá observar que existen ciertas ambigüedades y confusiones relativas a la construcción, justificación y desarrollo del conocimiento científico, mismas que se ven reflejadas en los elementos que los profesores consideran como científicos y en lo que consideran que es conocimiento científico validado.

Para el análisis de los orígenes se plantearon cuatro ejes principales sobre los cuales se establecieron estrategias específicas. A continuación se describen los principales hallazgos de cada eje.

### *Eje 1. Concepción de ciencia: características generales*

Las preguntas iniciales de la entrevista implicaban la identificación de una justificación que tenía que ver con la permanencia o carácter absoluto del conocimiento; los profesores en este caso optan por el relativismo y por el racionalismo. De la muestra entrevistada 80% presentan consistencia con la posición o concepción epistemológica que manifiestan, así como en la distinción entre lo que es y no es el conocimiento científico. Sin embargo, los datos que se proporcionan más adelante hacen ver que esta no es la situación real, puesto que cuando se introducen otros factores, en especial la divulgación y la ciencia ficción, dicha coherencia y claridad no se sostienen y queda solo en el discurso, en el conocimiento declarativo.

Los profesores son conscientes de que a lo largo de su desarrollo académico ha existido alguna transformación en cuanto a su concepción de ciencia o de naturaleza de la ciencia, pero como no es posible que lo precisen queda sólo en una percepción, producto, posiblemente, de la reflexión a la que se ven obligados al responder a la entrevista.

### *Eje 2. Identificación de cambio en sus concepciones: posibles fuentes*

En el reconocimiento que los profesores hacen sobre un cambio en su concepción en torno a la naturaleza de la ciencia destaca la mención en la que resaltan su paso, como alumnos, por la secundaria como un acontecimiento especialmente importante en su formación, en especial por haber marcado su vocación hacia la ciencia o por haber desarrollado una idea de ciencia que les animaba hacia ese campo del conocimiento y que, en la escuela primaria, les parece, era inexistente. También destaca la licenciatura. Esto, como era de esperar en los que estudiaron alguna carrera universitaria y en

los que tienen estudios de posgrado, representa el factor más relevante sobre todo porque es prácticamente el único espacio donde han incursionado en temas de educación y de filosofía de la ciencia. Al respecto cabe destacar que es la población de profesores universitarios de menos de veinte años donde se encuentran más referencias a estos estudios y a las temáticas relacionadas con la filosofía de la ciencia. Por su parte, los profesores normalistas no mencionan su paso por este ciclo escolar como especialmente relevante para su concepción de ciencia.

Otro factor importante de reconocimiento del cambio son las lecturas. Durante la entrevista los profesores mencionaron lecturas sobre cuestiones generales y de divulgación de la ciencia o referidas a su concepción de ciencia. Resalta que los profesores tomen como fuentes válidas a revistas como *Selecciones* o *Muy Interesante*, lo cual evidencia confusiones entre conocimiento científico y el que no lo es. Este tipo de lecturas prácticamente desaparece con los profesores que tienen estudios de maestría, ya que las fuentes cambian significativamente.

En cuanto a la muestra general entrevistada son muy pocos los profesores que han tenido contacto con lecturas específicas de filosofía de la ciencia. Cabe resaltar que también aquí son los profesores de menos de veinte años de antigüedad quienes mencionan autores más contemporáneos y, por su parte, los profesores con más de veinte años mencionan sólo a autores clásicos de la filosofía como Descartes.

### *Eje 3. Factores de transformación*

Los factores de transformación que destacan son la divulgación científica y la ciencia ficción. Ambos factores tienen que ver con medios masivos de información como la televisión y el cine. En ambos medios se aprecia cómo la ciencia ficción se mezcla con la divulgación, dando como resultado que los profesores tengan, como se ha apuntado, confusión entre el conocimiento científico y el que no lo es, y, por consiguiente, en la naturaleza de la ciencia. Resalta la mención de programas televisivos como *Discovery Chanel* y películas como *Parque Jurásico* que mayor número de menciones tuvieron. En cuanto a *Discovery Chanel*, los profesores afirman que lo utilizan para informarse de los avances de la ciencia y, así, tener elementos para comentar con sus alumnos. Por lo que toca a las películas de ciencia ficción, su papel es más difuso. En cuanto a revistas y otras publicaciones son nuevamente los profesores con menos de veinte años de experiencia docente quienes presentan información más actualizada y su contraparte, los profesores de mayor antigüedad,

son quienes leen revistas menos actualizadas y también menos cercanas a un cierto estándar de calidad científica.

Cabe resaltar que se esperaba una influencia mayor de los profesores que los entrevistados tuvieron en su paso por la escuela y la universidad o escuela normal. En general no recuerdan quiénes fueron sus profesores y qué influencia dejaron en ellos; a lo más, algunos los asocian con vocación y sobre todo con la escuela secundaria. Entre las disciplinas escolares que mayor impacto tuvieron en ellos, pero que no necesariamente guardan una relación estrecha con su concepción de ciencia, se encuentran química y biología. Por otro lado, el laboratorio escolar del cual se esperaba cierto impacto fue escasamente mencionado.

#### *Eje 4. Aspectos docentes*

Aunque en la entrevista se tuvieron varias categorías, al final se decidió reunir las en una: la imagen de ciencia que enseñan. En general, es un tema que no abordan de manera sistemática, lo cual era de esperar con los resultados que previamente se han mostrado. Algunos profesores abordan algo al inicio del curso, porque así está en los programas oficiales, pero no son capaces de precisar qué enseñan. Esta situación se corresponde con otros estudios donde la naturaleza de la ciencia es un aspecto descuidado en la educación no sólo secundaria, sino también en la normal y la universitaria.

Como puede notarse, en las posibles fuentes u orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores resaltan la divulgación de la ciencia en sus diversas formas; revistas, programas de televisión e incluso películas de ciencia ficción. Esto se correlaciona con los escasos libros y revistas especializadas que han leído en su desarrollo profesional. Tampoco su educación escolar parece muy relevante, al menos en la percepción de los profesores que participaron en el estudio. Esto hace que no sea sorprendente que los perfiles de los profesores estén centrados en posiciones filosóficas como el positivismo lógico, en el que la actual divulgación de la ciencia tiene su sustento epistemológico. En resumen, la influencia en la conformación de una idea sobre la naturaleza de la ciencia parece tener mayor sustento en la divulgación y la ciencia ficción, que en su formación profesional y en sus actuales actividades docentes.

### **CONSIDERACIONES FINALES**

En el análisis de perfiles epistemológicos, los cuatro primeros grupos representan 82% de la muestra. Las respuestas de los profesores indican un corte positivista lógico, el resto de las corrientes apa-

recen en menor medida y en proporciones similares entre ellas. Cabe destacar que en los grupos contruidos con el análisis de conglomerados, la disminución en las correspondientes poblaciones de profesores normalistas abre la puerta a la presencia, con un porcentaje relativo mayor, de las corrientes filosóficas distintas al positivismo lógico. Se debe señalar que aun cuando pareciera que en las entrevistas sobre los orígenes los profesores cambiaran esta tendencia hacia el relativismo y el racionalismo por sus primeras declaraciones, a lo largo de la misma entrevista se presentan contradicciones que muestran una visión positivista lógica y en menor escala el relativismo y el racionalismo, como se desprende de la influencia de la divulgación de la ciencia en sus concepciones sobre la NOS. Esto refleja que el discurso al que los profesores han sido sometidos mediante sus cursos de formación ha influido en un cambio en sus expresiones, no así en sus concepciones. Esto parece ser la tónica de la transformación que logran los cursos de formación docente, tal y como se muestra en otras investigaciones que se han realizado con profesores de ciencias y sus posibles transformaciones (Flores *et al.*, 2000; Gallegos, Flores y Valdés, 2004). Tanto en esos estudios como en el presente, parecería tratarse de una secuencia histórica —del empirismo hacia el relativismo, pasando por una fuerte influencia del positivismo lógico— relacionada con el proceso de cambio conceptual sobre las nociones de la NOS en los profesores, lo cual constituye una pregunta abierta y puesta a discusión sobre la que habrá que realizar más investigación.

¿Cuál es el impacto de la formación inicial de los profesores sobre sus nociones de la NOS? Los resultados de la investigación muestran una influencia marginal en las percepciones de la naturaleza de la ciencia de los profesores, ya que cuando la composición de las poblaciones presenta mayor número de profesores provenientes de licenciaturas distintas a las de las escuelas normales, la tendencia principal —el positivismo lógico— disminuye un poco y hay mayor dispersión en cuanto a sus preferencias epistemológicas. Lo anterior nos habla de que la influencia en la construcción sobre las nociones de ciencia se encuentra en otros elementos, que pueden ser aquellos que en esta investigación emergen de las expresiones de los profesores, como son la influencia de su educación secundaria, del posgrado (en los pocos casos en los que cuentan con estos estudios) y, en buena medida, en su entorno cultural y social, dominado o mayormente influenciado por los medios de comunicación masiva que se concretan en programas televisivos de divulgación y en películas de ciencia ficción, sin que se tenga la posibilidad de discernir sobre la calidad de la información que pueden obtener de ellos. En particular consideramos que la mezcla que los

profesores hacen de la divulgación científica y la ciencia ficción da como resultado que los profesores tengan, como se ha apuntado, confusión entre el conocimiento científico y el que no lo es, y, por consiguiente, se favorezca una imagen donde el conocimiento es certero, probado experimentalmente y correspondiente con la realidad que explicaría el mayor porcentaje del positivismo lógico encontrado.

Parece que los profesores, al igual que los estudiantes, parten de una noción de aprendizaje enciclopédico y acumulativo, no reflexivo en cuanto a la contribución de los sujetos en torno a la indagación, representación y construcción del conocimiento científico. Éste es otro de los aspectos que habrá que continuar investigando para entender el proceso de construcción de los profesores y, de esta forma, poder incidir en su formación.

Por último, en lo concerniente a los aspectos docentes, se puede ver cómo los profesores, en general, no abordan la temática de “la imagen de la ciencia” (término utilizado en los programas de secundaria para referirse a las nociones sobre la naturaleza de la ciencia). Esta situación corresponde con otros estudios donde la naturaleza de la ciencia, como se ha hecho notar, es un aspecto descuidado en la educación no sólo secundaria, sino también en la normal y la universitaria.

## REFERENCIAS

- ABELL, S. y D. Smith (1994), "What is science? Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science", *International Journal of Science Education*, vol. 16, núm. 4, pp. 475 - 487.
- AIKENHEAD, G. S. (1973), "The measurement of high school students' knowledge about science and scientist", *Science Education*, vol. 57, pp. 359-594.
- ALVARADO R. M. E. (2005), "Desarrollo y concepciones de ciencia en la UNAM", tesis doctoral, México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado.
- BACHELARD, G. (1984), *La filosofía del no*, Buenos Aires, Amorrortu.
- BARNETT, J y D. Hodson (2001), "Pedagogical context knowledge: toward good science teachers know", *Science Education*, vol. 85, núm. 4, pp. 426-453.
- BARUFALDI, J., L. Bethel y W. Lamb (1997), "The effect of a science methods course on the philosophical view of science among elementary education majors", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 14, pp. 289 - 294.
- BENSON, G. (1989), "Epistemology and science curriculum", *Journal of Curriculum Studies*, vol. 21 núm. 4, pp. 329 - 344.
- BLOOM, J. (1989), "Preservice elementary teachers' conceptions of science: science, theories and evolution", *International Journal of Science Education*, vol. 11 núm. 4, pp. 401-415.
- BROWN, H. (1984), *La nueva filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos.
- BONILLA, X. (2003), "Concepciones epistemológicas de aprendizaje y evaluación de los docentes de ciencias naturales de la Escuela Normal Superior de México", tesis de maestría, UPN.
- BRICKHOUSE, N. (1989), "The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: case studies of teachers' personal theories", *International Journal of Science Education*, vol. 11 núm. 4, pp. 437-449.
- (1990), "Teacher's beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice", *Journal of Teacher Education*, vol. 41 núm. 3, pp. 53-62.
- CAMPANARIO, J. (2003), "Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 21 núm. 2, pp. 319 - 328.
- FLORES, F., A. López, L. Gallegos y J. Barojas (2000), "Transforming science and learning concepts of physics teachers", *International Journal of Science Education*, vol. 22 núm. 2, pp. 197 - 208.
- FLORES, F., L. Gallegos, María C Sánchez, P. Sosa, A. López, A. García, C. Alvarado, S. Valdés, B. Reachy y D. Rodríguez (2002a), "Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los cursos nacionales de actualización", *Informes Finales de Investigación Educativa* (convocatoria 2002), SEP, México.
- FLORES, F., L. Gallegos, E. Vega, A. García, B. García, M. Cruz, S. Valdez, I. López, N. Ulloa, C. Alvarado, C. Lima, J. Soto, F. Reyes (2004b), "Conocimientos básicos e imagen de la naturaleza de la ciencia de los profesores de secundaria", reporte de investigación, UNAM, México.
- FLORES, F., L. Gallegos, X. Bonilla, F. Reyes, B. García, M. Cruz, N. Ulloa, María E. Alvarado, L. López y F. Soto (2006), "Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores de ciencias naturales", reporte de investigación, UNAM, México.
- GALLAGHER, J. (1991), "Prospective and practicing secondary school science teacher's knowledge and beliefs about the philosophy of science", *Science Education*, vol. 75, núm. 1, pp. 121-133.
- GALLEGOS, L., F. Flores y S. Valdés (2004), "Transformación de la enseñanza de la ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los Cursos Nacionales de Actualización", *Perfiles Educativos*, vol. XXIX, núm. 103, pp. 7-37.
- GALLEGOS, L. y Garritz, A. (2006), "Los perfiles de modelos como una representación individual y grupal de las concepciones de los estudiantes", en I. Pozo y F. Flores (eds.), *Transformaciones conceptuales y representacionales*, Madrid, Antonio Machado (en prensa).
- GARCÍA, Alejandra, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2005), "The national in-service courses for science teachers and their effect on educational reform in Mexico", *Journal of Educational for Teaching*, vol. 31, núm. 1, pp. 37-46.
- GRIFFITHS, A. K. y Barry, M. (1995), "High school students' views about the nature of science: result from three countries", *School Science and Mathematics*, vol. 95 núm. 5, pp. 248-255.

- KIMBALL, Merrit E. (1967-1968), "Understanding the nature of science: a comparison of scientists and science teachers", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 5, pp. 110-120.
- KOULAIDIS, V. y Ogborn, J. (1995), "Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them", *International Journal of Science Education*, vol. 17, núm. 3, pp. 273-283.
- LEDERMAN, N. (1986), "Relating Teaching behavior and classroom climate to changes in students' conceptions of the nature of science", *Science Education*, vol. 70, núm. 1, pp. 3-19.
- LEDERMAN, N. (1992), "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teacher behavior?", *Science Education*, vol. 71, pp. 721-734.
- LEVITT, K. E. (2001), "An analysis of elementary Teachers beliefs regarding the teaching and learning of science", *Science Education*, vol. 86 núm. 1, pp. 1-23.
- MATTHEWS, M. (2000), "Foreword and introduction", en W. McComas (ed.), *The nature of science in science education*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- MELLADO, V. (1997), "Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of nature of science", *Science and Education*, vol. 6, núm. 4, pp. 323-329.
- OLIVE, L. (1996), *Razón y sociedad*, México, Fontamara (Biblioteca de Ética, Filosofía del Derecho y Política).
- PALMQUIST, B. C. (1997), "Preservice teachers' views of the nature of science during a post baccalaureate science teaching program", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 34, pp. 595-615.
- PÉREZ Ranzas, A. (1999), *Kuhn y el cambio científico*, México, Fondo de Cultura Económica.
- POMEROY, D. (1993), "Implications of teacher's beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers", *Science Education*, vol. 77, núm. 3, pp. 261-278.
- PORLAN, R. Rivero, A. y R. Martín del Pozo (1997), "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 15, núm. 2, pp. 155-171.
- ROWELL, J. A. y Cawthron, E. (1982), "Images of science: an empirical study", *European Journal of Science Education*, vol. 4, núm. 1, pp. 79-94.
- RYDER, L., J. Leach y R. Driver (1999), "Undergraduate science students' images of science", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 36, pp. 201-219.
- TSAI, C. C. (2002), "Nested epistemologies: science teachers belief of teaching, learning and science", *International Journal of Science Education*, vol. 24, núm. 8, pp. 771- 783.
- ZEIDLER, D. y N. Lederman (1989), "The effects of teachers' language on students' conceptions of the nature of science", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 26 núm. 9, pp. 771-783.

## ANEXO 1

### Muestra del cuestionario

Proyecto: Naturaleza de la ciencia y aprendizaje. Perfiles y concepciones de ciencia de los profesores de ciencias naturales de secundaria

Universidad Nacional Autónoma de México

Entidad Federativa: Sexo: F ☐ M ☐

Años de profesor(a): Escuela: Urbana ☐ Rural ☐

Formación de origen:

a) Normalista

b) Universitario (licenciatura en: )

Máximo grado de estudios

Asignatura que imparte: Biología ☐ Física ☐ Química

(Seleccione sólo su asignatura principal)

Un profesor abre un debate con sus alumnos acerca de lo que es la ciencia, sus procedimientos, sus logros y alcances. En ese debate surgen las preguntas que se muestran a continuación. De cada una de esas preguntas elija y justifique la opción que considera más adecuada para responder a los alumnos si usted fuese el profesor(a).

1. ¿Cuál es el papel o función que tiene la observación para el desarrollo del conocimiento científico?

- a) La observación es la fuente de todo conocimiento humano y es a partir de ella que los científicos descubren las leyes siempre y cuando se haga de manera sistemática y objetiva. (e)
- b) La observación no permite encontrar, por sí misma, leyes y otros conocimientos científicos; ya que no es confiable. Las personas observan cosas diferentes. (r)
- c) Lo que se observa no es objetivo, depende de la teoría o concepción previa que tenga el investigador, por lo que la observación es útil, principalmente, para ampliar el conjunto de fenómenos que pueden ser interpretados a partir de la teoría. (re)
- d) La observación proporciona datos verdaderos que son interpretados con ayuda de los conceptos de una disciplina científica y, a partir de ellos, se elaboran leyes y conocimientos para que puedan ser verificados. (pl)

Opción elegida

Por favor, justifique su elección.

2. ¿Cuál es la labor de un científico?

- a) Observar y asociar hechos de manera objetiva y metodológica para descubrir leyes universales. (e)
- b) Elaborar hipótesis y teorías que describan un cierto ámbito fenomenológico y someterlas a prueba constantemente hasta que se demuestre su falsedad. (pl)
- c) Organizar los fenómenos a partir de las reglas del razonamiento humano y principios fundamentales y elaborar con ellos una teoría. (r)
- d) Construir teorías que, si bien no serán definitivas, permiten, sin embargo, interpretar fenómenos naturales, brindar explicaciones plausibles y dar solución a problemas específicos. (re)

Opción elegida

Por favor, justifique su elección.

3. ¿Qué acciones considera se deben seguir para generar conocimiento científico?

- a) Elaborar a partir de proponer hipótesis y seguir un método, posibles teorías o modelos que permitan predecir situaciones o fenómenos y contrastar experimentalmente la verdad o falsedad de las teorías construidas. (pl)
- b) Observar de manera objetiva la naturaleza y comprobar que lo descrito se repite en una gran cantidad de casos para poder generalizar y, así, obtener un conocimiento verdadero de la realidad. (e)
- c) Establecer, a partir de axiomas generales determinados por la lógica de la razón, deducciones que permitan elaborar interpretaciones y determinar la más lógica o racional para explicar los fenómenos o procesos naturales. (r)
- d) Construir de acuerdo a ciertas concepciones o supuestos básicos compartidos por una comunidad científica teorías tentativas pero coherentes que muestren su capacidad explicativa y predictiva. (re)

Opción elegida

Por favor, justifique su elección.

## ANEXO 2

Guía de entrevista (muestra)

Guía de entrevista

(No. Folio )

Estimado profesor(a) en una investigación llevada a cabo con otros profesores en la que se les preguntó sobre su idea de ciencia, se obtuvieron respuestas como las siguientes:

- Al hablar de ciencia queda implícito que se trata de conocimiento científico por lo que se trata de conocimiento verdadero.

- La ciencia es el conjunto de teorías que poco a poco se ha ido modificando gracias a la inteligencia del ser humano, porque con sus hipótesis recabadas han logrado una mejor forma de vida en todos los aspectos.

- La ciencia no puede cambiar en su aspecto filosófico, pero en su contenido científico puede variar, si se comprueba que no explica de forma real la verdad.

- Es un conjunto de conocimientos ordenados, sistemáticos que nos permiten mediante un método acceder a un conocimiento objetivo.

- Si la ciencia fuera un conjunto de teorías terminadas dejaría de existir, siempre habrá ciencia, mientras el hombre y la naturaleza accionen.

1. ¿Con cuál idea o ideas de las expresadas está usted más de acuerdo? ¿Podría decir por qué está de acuerdo con las ideas elegidas?

2. ¿Alguna vez ha tratado estos temas con sus alumnos?

Sí, ¿Qué aspectos ha abordado?

No, ¿Qué aspectos considera que deberían abordarse?

3. De las respuestas que acaba de dar a ambas preguntas nos gustaría saber su procedencia, esto es, saber si es posible encontrar algunos de sus orígenes en su formación y experiencia como profesor(a). Para ello y, teniendo en mente lo que acaba de expresar, le pedimos un esfuerzo de reflexión sobre los siguientes aspectos que pueden haber orientado sus respuestas:

3.1 Sus ideas se deben, principalmente, a algún o algunos profesores que tuvo a lo largo de su formación académica (secundaria ☐, bachillerato ☐, profesional ☐, posgrado ☐)

Sí, ¿Recuerda algo de ese profesor(es) que le haya dejado especial huella en sus ideas sobre ciencia?

¿Podría decir de qué materia se trataba?

(física ☐, biología ☐, química ☐, matemáticas ☐, historia ☐, otras materias ☐)

3.2. Las ideas con las que está de acuerdo son debidas a algún o algunos libros en los que haya encontrado ideas fructíferas sobre este tema

(texto ☐, científicos ☐, filosóficos ☐, sociales ☐, divulgación científica ☐, ciencia ficción ☐, otros ☐)

¿Recuerda algunos que más le hayan gustado o considere especialmente útiles con relación a lo que es la ciencia?

3.3. Considera que son debido a la influencia de alguna de las escuelas donde se formó (secundaria ☐, bachillerato ☐, normal ☐, universidad ☐)

Sí, ¿por el plan de estudios, o algunas materias, trabajos o tareas especiales?

No, ¿en ningún programa o materia este tema fue abordado?

3.4. Piensa, por el contrario, que son debidas principalmente a su experiencia docente (por reflexión individual ☐, por análisis y discusión con otros profesores ☐)

¿Podría relatar algo en particular?