

# *Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM*

## Implicaciones para la enseñanza de la ciencia

MARÍA EUGENIA ALVARADO RODRÍGUEZ\*

Y FERNANDO FLORES CAMACHO\*



Un gran ausente en los trabajos que se realizan en torno a la ciencia y su enseñanza es, precisamente, el conocimiento de las ideas o concepciones de ciencia que poseen los académicos de la universidad, que tienen, como tarea prioritaria, la actividad científica en sus diferentes manifestaciones. En efecto, éste es un terreno poco explorado, ya que son muy pocos los reportes que describan cómo conciben la ciencia y su enseñanza sus propios actores. Este trabajo presenta una aproximación en la exploración de las concepciones de ciencia que tienen investigadores y profesores en ciencias de la UNAM. Los resultados muestran que existe un gran desconocimiento acerca de las cuestiones históricas, epistemológicas y educativas y que, en consecuencia, con ello se explica, en parte, que la enseñanza de la ciencia en la UNAM no ha recibido la atención que requiere.

*Science education research has had poor attention to the scientific conceptions of the university teachers and researches in science. There are few papers about epistemological, historical and new approaches to science teaching that university people have. In this work we present an exploration about the science conceptions of the teachers and researchers in the Universidad Nacional Autónoma de Mexico (UNAM). The results show that, in general, teachers and researchers analyzed have very little knowledge about these educational and philosophical issues. These results can partially explain the problems and low attention that science education has received in the UNAM.*

*Enseñanza de la ciencia / Concepciones sobre ciencia / Epistemología /  
Educación científica / Educación superior  
Science teaching / Scientific conceptions / Epistemology / Science education / High education*

## INTRODUCCIÓN

En las instituciones de educación superior se ha visto, en las últimas décadas, una disminución en la matrícula de los estudiantes en general y en grado en las carreras de índole científica. Entre las posibles causas que la han propiciado se han señalado: *a)* ausencia de programas que indiquen al alumno cuál es la importancia de estos estudios; *b)* considerar que el problema de la enseñanza de las ciencias es sólo cuestión de carencia de métodos didácticos adecuados; desconocimiento de los problemas conceptuales y de representación de los alumnos, y *c)* falsas concepciones de que la carrera científica es sólo para unos cuantos considerados como elegidos. Estas ideas, difundidas en muchas ocasiones por personas ajenas al ámbito científico, han deteriorado de manera importante la demanda e imagen que se adquiere de lo científico. Por otro lado, es pertinente señalar que la investigación en enseñanza de la ciencia, en México, no ha logrado un estado que le permita influir en la práctica docente y mucho menos en el desarrollo de políticas educativas tendientes a mejorarla, por lo que es conveniente insistir en que este campo no se ha impulsado de manera relevante, y que en el país son escasos los investigadores y las líneas de investigación.

Ambas situaciones están fuertemente ligadas a lo que se concibe como ciencia, a la representación que se tiene de la construcción del conocimiento científico y a la concepción de aprendizaje que sos-

tienen profesores, investigadores y quienes toman decisiones sobre la vida académica e institucional de las universidades. Esta hipótesis se ve favorecida por las investigaciones recientes en torno a las concepciones de los profesores y su influencia en la enseñanza de la ciencia (Flores, López, Gallegos y Barojas, 2000; López, Flores y Gallegos, 2000). Sin embargo, no se encuentran reportes donde se analice, de manera correlativa, si los investigadores y funcionarios que implementan las políticas y proyectos educativos o simplemente cuya opinión puede ser un factor determinante en la toma de decisiones curriculares o de implementación de proyectos, tienen presente la concepción de ciencia que se pretende transmitir, o bien, si toman decisiones o elaboran juicios con conocimiento de las aportaciones actuales en el campo de la enseñanza de la ciencia.

En este estudio se analiza la concepción de ciencia de investigadores y funcionarios de la UNAM con la finalidad de identificar algunas de sus implicaciones para la enseñanza. Para tener un marco que permita efectuar una comparación entre las concepciones de ciencia que se determinan en la muestra entrevistada y las principales corrientes epistemológicas y proyectos y tendencias de la enseñanza de la ciencia actuales, se presentará, de manera breve, cómo se han desarrollado estos dos campos.

Este trabajo se llevó a cabo con académicos de los institutos de Física, Química, Matemáticas y Biología de la UNAM, así como con profesores de la Facultad de Ciencias y funcionarios de la administración central. La investigación se reportará por medio de los siguientes apartados: un marco de referencia en el cual se desarrolla lo que se considera son

\* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Unidad de Pedagogía Cognitiva y Aprendizaje de la Ciencia, Centro de Instrumentos, UNAM.  
alvarad@servidor.unam.mx,  
floresf@aleph.cinstrum.unam.mx

las concepciones de ciencia contemporáneas, así como la epistemología y la enseñanza de la ciencia; la metodología que se siguió, los resultados obtenidos y algunas de las conclusiones.

### **CONCEPCIONES DE CIENCIA CONTEMPORÁNEAS**

Hacia mediados del siglo XX, Jean Piaget se abocó a analizar los procesos del conocimiento humano. Para ello señaló los tres elementos centrales del conocimiento: *a)* el sujeto y su actividad cognoscente; *b)* las estimulaciones del medio, y *c)* los mecanismos de interacción entre el organismo y el medio que le rodea. La noción de interacción se refiere a la naturaleza de las relaciones entre el sujeto y el medio, en cuanto es un proceso permanente, en el cual el sujeto actúa sobre el medio para transformarlo y, a su vez, debido a ese contacto, es transformado.

Piaget explicó el proceso de interacción permanente a partir de los conceptos fundamentales de acomodación, asimilación y equilibración. Postuló que el desarrollo del intelecto humano radica en una adaptación activa que tiene lugar en un proceso doble e indisoluble de mutua transformación, en el que el sujeto asimila los estímulos que le presenta la realidad externa y, al mismo tiempo, los acomoda a su estructura interna para responder congruentemente con lo asimilado; este proceso es el de la adaptación intelectual.

La estructura interna que se plantea en la epistemología genética tiende a regularse por un proceso de equilibración, lo que posibilita el desarrollo intelectual. Para explicarlo, Piaget recurre a la noción de estadios o etapas de desarrollo del sujeto, cada una de las cuales posee su propio conjunto de características. En la trans-

formación de una etapa a otra se da un salto cualitativo. Destaca que las operaciones que no existían en una etapa previa se manifiestan claramente en la posterior, las operaciones que estaban desligadas en una etapa se encuentran relacionadas en la posterior, provocando, de esta forma, una relación interactiva entre el sujeto y el medio que lo rodea para generar el conocimiento. Así, el sujeto en desarrollo es quien asimila, acomoda y modifica su estructura interior, de acuerdo con lo que recibe del medio ambiente, en una constante interacción sujeto-objeto (Piaget, 1978). Esta visión entró en resonancia con otras provenientes de la epistemología de la ciencia, en las cuales el proceso de construcción del conocimiento científico había dejado de concebirse como un proceso, inductivo y determinado exclusivamente por la experiencia fenomenológica para pasar a un plano donde el sujeto constructor de conocimiento tiene un papel central, y determinar que también la conceptualización previa presenta la posibilidad de la elaboración de objetos y categorías de conocimiento.

Se presentarán a continuación algunas de las aproximaciones acerca de la construcción del conocimiento científico que se enmarcan dentro de esa corriente centrada en el sujeto y, al mismo tiempo, se analizará cuál ha sido el proceso de transición en la construcción de la ciencia y cómo, en la educación, se ha ido del empirismo a una posición constructivista, que se conforma en la enseñanza de la ciencia.

Gaston Bachelard es uno de los autores que mayor influencia ha tenido en esta búsqueda de una nueva concepción en la enseñanza de las ciencias, ya que postula un cambio de enfoque en la manera de enunciar la construcción del

conocimiento. Señala que, ante todo, hay que saber plantear los problemas, puesto que el problema es el indicador del verdadero espíritu científico; todo conocimiento es respuesta a una pregunta, así, cuando se investigan las condiciones del progreso de la ciencia, hay que proceder en términos del problema y de los obstáculos.

La noción de obstáculo epistemológico es el centro de la propuesta de Bachelard; los obstáculos epistemológicos son las causas del estancamiento, del retroceso y de la inercia en el acto de conocer; aparecen primero como una necesidad funcional, “un obstáculo se incrusta en el conocimiento no formulado. Costumbres intelectuales que fueron útiles y sanas pueden, a la larga, trabar la investigación” (Bachelard 1987, pp. 16-17). Para “la formación del espíritu científico” Bachelard plantea varios obstáculos: el primero es la experiencia básica que está por encima y por delante de la crítica; el segundo es el conocimiento general, obstáculo para el conocimiento científico, pues por su generalidad y estaticidad inmoviliza al pensamiento; en tercer lugar se encuentran los hábitos puramente verbales, pues son una extensión abusiva de las imágenes familiares; la intuición básica también es un obstáculo, y sólo una ilustración que opera más allá del concepto (enunciado pero no necesariamente comprendido) puede ayudar al pensamiento científico; el conocimiento unitario y pragmático es considerado igualmente como un obstáculo para el conocimiento científico; el obstáculo sustancialista, que como todos los obstáculos es polimorfo, se compone de la reunión de las intuiciones más alejadas hasta las más próximas. Por una tendencia casi natural, el espíritu científico centra sobre un objeto todos los

conocimientos en los que ese objeto desempeña un papel, sin preocuparse por las jerarquías de los papeles empíricos.

Bachelard incursiona en el terreno de la enseñanza de la ciencia y plantea una serie de preceptos sobre lo que debería ser la educación y la cultura científica. De acuerdo con esto, señala que el principio de la educación científica es, en el reino de lo intelectual, aquel ascetismo que constituye el pensamiento abstracto, ya que sólo esto puede conducir a imponerse al conocimiento experimental.

En la misma línea de pensamiento que Bachelard está Alexandre Koyré, quien ha realizado aportes al discurso de la construcción e historia del conocimiento científico. Físico de profesión, en el transcurso de su desarrollo como científico se orienta después al análisis de la historia de la ciencia y de cómo ésta se produce; para ello, primero se ocupa de la historia de la astronomía y, posteriormente, de la historia de la física y de las matemáticas.

Koyré (1982) postula que la evolución del pensamiento científico está estrechamente relacionada con las ideas transcientíficas, filosóficas, metafísicas y religiosas, y que el análisis de la evolución (y de las revoluciones) de las ideas científicas nos pone de manifiesto las contiendas libradas por la mente humana con la realidad; nos revela sus derrotas, sus victorias; muestra el gran esfuerzo que le ha costado a ésta cada paso en el camino de la comprensión de lo real.

La búsqueda de la verdad, para él, es una persecución incesante, insatisfecha y renovada de un objetivo que siempre se escapa. Recorrer el camino hacia la verdad es salvar una serie de obstáculos, de callejones sin salida, de fracasos, de estudiar errores. Señala, al igual que Bachelard, que es precisamente con los errores

como se progresa para llegar hacia la verdad. El camino que nos describe Koyré para el desarrollo de la ciencia conlleva una visión del mundo que lo rodea y la influencia del pensamiento científico, que es una convicción transformada en principio de investigación fecunda que lo estructura.

En esa línea, Gerald Holton, discípulo de Koyré y físico también, propone un enfoque para el estudio de la historia de las ciencias buscando las ideas más fructíferas en campos que van desde la filosofía y la sociología de la ciencia, hasta la psicología y la estética. Holton señala que la ciencia tiene dos sentidos: el de la lucha personal (S1) y el de una actividad distinta en su aspecto público o institucional (S2). Para explicarlo, dice que todas las filosofías de la ciencia concuerdan en el significado de dos afirmaciones científicas: proposiciones concernientes a cuestiones empíricas de hecho (fenoménicas) y proposiciones concernientes a la lógica y las matemáticas (analíticas). Se pueden imaginar como un conjunto de proposiciones contingentes, donde una proposición contingente es aquella cuya verdad o falsedad es aplicable a la experiencia en contra de las lógicamente necesarias. El plano contingente es aquel cuyo concepto científico o proposición científica tiene aplicación empírica y analítica (Holton, 1982).

Otra vertiente para el análisis temático fundamental en la obra de Holton consiste en las dimensiones primarias de la cultura, que establecen: *a)* el estado histórico de la ciencia; *b)* la trayectoria del tiempo del estado de conocimiento público científico, el cual concluye en un momento específico, y *c)* el medio sociológico, así como los acontecimientos ideológicos o políticos que pudieran ha-

ber influido en la labor del hombre de ciencia y en la estructura epistemológica o lógica de la obra útil para el análisis de la obra científica. Este análisis temático tridimensional, propuesto por Holton, es un espacio de proposiciones a partir de la disciplina de la ciencia. Su primera dimensión es la empírica o fenoménica, la segunda es la heurística o analítica, y la tercera es la de los presupuestos fundamentales; estas tres dimensiones son las características básicas de las grandes revoluciones científicas, cuyo fin es renovar las teorías científicas ya que, desde el principio hasta la actualidad, la ciencia ha sido forjada y ha recibido significado no sólo por sus descubrimientos detallados y específicos sino, aun más y fundamentalmente, por sus análisis temáticos (Holton, 1982).

Thomas Kuhn, contemporáneo de Holton, a partir de su propia experiencia pasa de ser un científico estudioso de la física al estudio de la historia de la ciencia y, posteriormente, al ámbito de la epistemología, al reconocer que constituía una falacia el pensar que los científicos naturales estaban todos de común acuerdo en torno a la naturaleza y a los problemas y métodos científicos. Este planteamiento lo conduce a reconocer el papel que juegan los paradigmas y sus efectos en la transformación de las teorías en la investigación científica.

Kuhn dará varias acepciones al término paradigma, pero lo más importante es que lo considera como “realizaciones científicas universalmente reconocidas, que durante cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones a la comunidad científica”. Para sustentar esta conceptualización, se apoya principalmente en el desarrollo histórico de las ciencias físicas para intentar una visión de la cien-

cia que sugerirá la fecundidad potencial de nuevos tipos de investigación (Kuhn, 1982). La noción de paradigma le dará la pauta para señalar que cada revolución científica modifica la perspectiva histórica de la comunidad que la experimenta, por lo cual ese cambio de perspectiva afectará toda la producción científica que se realice de manera posterior a esa revolución. Kuhn tiene una posición muy clara en cuanto a que la historia no es un cúmulo de acontecimientos, como tampoco la ciencia lo es de hechos. Esta posición será de gran importancia para destacar que los estudios históricos sugieren la posibilidad de una imagen nueva de ciencia.

La ciencia normal, categoría acuñada por Kuhn, es la actividad cotidiana que realizan los científicos del mundo en la cual invierten todo su tiempo. En esta ciencia normal sucede que algunos problemas no son resueltos o que no se tienen los resultados que se esperaba; presenta anomalías. Cuando estas anomalías son inobjetables e ineludibles, rompen las tradiciones a las que estaban ligadas y se dice, por tanto, que surgen las revoluciones científicas, transiciones para que se empiece a generar un nuevo paradigma, como base para la construcción de una teoría científica distinta, característica de una ciencia madura. El patrón usual del desarrollo de una ciencia madura es la transformación sucesiva de un paradigma a otro por medio de una revolución. La adquisición de un paradigma es precisamente lo que representa un signo de madurez en los científicos, ya que dicho paradigma es el que los obliga a investigar algunas de las partes de la naturaleza, detallada y profunda, que sería inimaginable en otras condiciones.

Desde la categoría de la ciencia normal, Kuhn lleva a cabo un análisis de lo

que ocurre con la enseñanza de la ciencia, y hace notar cómo ésta última obedece más al hecho del entrenamiento o adoc-trinamiento que a la formación de una visión abierta, que debe buscar la transformación y no la reproducción.

Lo expuesto hasta este momento permite vincular el desarrollo que se ha dado en cuanto a las propuestas de enseñanza de la ciencia, las cuales se han desarrollado de acuerdo con las concepciones presentadas, que van desde el inductivismo pasando por el aprendizaje por descubrimiento, hasta el constructivismo, que cada día va ganando más adeptos y que tiene sus bases epistemológicas principalmente en los trabajos de los autores mencionados.

## **EPISTEMOLOGÍA Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

La epistemología es indispensable en la enseñanza de las ciencias para la concepción de la disciplina del profesor, ya que sin ésta el alumno heredaría una concepción no asumida con autonomía, sin conciencia de lo que puede aprender y construir. Este conocimiento es una de las vertientes que ha sido poco investigada; sin embargo, cada día parece que se incrementa este interés (Flores *et al.*, 2000) y, con el propósito de darle respuesta, se dirá lo que algunos autores, abocados a este aspecto de la enseñanza de la ciencia, plantean en relación con la epistemología desde diferentes vertientes en la literatura internacional

A Matinad (1981) se le debe un acercamiento a los trabajos de epistemología de la didáctica de las ciencias. Ha insistido en el cambio de óptica que subyace al concepto de obstáculo: el error no es un defecto de pensamiento, sino testigo

inevitable de un proceso de búsqueda. Además, es válido tanto para el paso del conocimiento común al conocimiento científico, como en el interior de éste. Se aprende no sólo contra, sino también con y gracias a los errores, es decir, es ilusorio purgar o provocar una catarsis de las ideas falsas, así como impartir las clases frontalmente. Se trata, por lo tanto, de definirlos mejor, situarlos y conocerlos, a fin de tenerlos en cuenta en el proceso educativo (citado por Giordan, 1985).

En 1985, Derek Hodson realizó una revisión de la imagen de la ciencia proporcionada por el currículum y las experiencias de trabajo. Los resultados que encontró fueron que entre el profesorado y los alumnos existe hoy en día una concepción de la naturaleza de la metodología científica marcada por el inductivismo; que se lleva a los alumnos a pensar que la ciencia consiste en verdades incontrovertibles; que se trabaja con la concepción del aprendizaje por descubrimiento basada en concepciones empírico-inductivistas de la ciencia, y que prevalece la actitud de los profesores de ciencias de intentar moldear el comportamiento de sus alumnos respecto a esa misma imagen. Hodson concluye con la necesidad de revisar lo que se puede interpretar radicalmente como actitud científica, si se quiere modificar la visión vigente distorsionada y perjudicial acerca de la ciencia (Gil, 1986; Arana et al., 1987; Cañal, 1989; Salcedo, 1996). En un trabajo posterior (Hodson, 1999), muestra cómo estas concepciones han dado lugar a una percepción confusa del trabajo de laboratorio en la escuela, que lleva a sobrevalorar las posibilidades que tiene la experimentación en el aula para la construcción de las nociones científicas.

En la línea de los elementos de apoyo para la enseñanza de la ciencia tenemos el trabajo de Giordan (1986), quien subraya la importancia de la historia de la ciencia para mostrar en detalle algunos de los momentos de transformación profunda de una ciencia e indicar las relaciones sociales, económicas y políticas que entraron en juego en ese cambio, de manera que el alumno llegue a comprender el proceso de construcción (Giordan, 1986; Aguirregabiria, 1989). Con esta idea del papel de la historia de la ciencia, propone acabar con el mito de la neutralidad de ésta y, para ello, marcar que posee un sistema de valores que la constituyen —adecuados a un modo de conocimientos de una realidad— y que cumple funciones legitimadoras de dominio (Catalán, 1986).

Sumados a este enfoque, de recuperar la historia de la ciencia, están los trabajos que hablan de las actitudes de los científicos, de los maestros y de los alumnos, que participan para propiciar o, en algunos casos, obstaculizar la enseñanza de la ciencia; entre ellos tenemos a Uzzell (1978); Escudero (1984); Catalán y Catany (1986); Polo (1987). Por otro lado, se tienen también trabajos como el de Gallegos (1998) que muestran la importancia del estudio de la historia de la ciencia para comprender el desarrollo de las nociones e ideas previas que los alumnos construyen, y que guardan ciertas semejanzas con las que aparecieron en diferentes momentos del proceso histórico.

Existe una línea de trabajos que hace énfasis en la importancia de la construcción, la comprensión y la adquisición de conocimientos. Esta orientación constructivista supone trabajar con un programa de actividades que posibilite el cambio conceptual. En esta propuesta de trabajo no se han echado las campanas al

vuelo, pues se considera que está en sus inicios. En lo que se conoce como didáctica de las ciencias, tenemos los trabajos de Cañal (1987); Novak (1988), Niaz (1987); Gutiérrez (1987); Caicedo (1992); Alvarado (1989); Flores (1993), y Flores y Gallegos (1998), los cuales destacan que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias influyen numerosos factores, unos relacionados con la materia objeto de estudio; otros, con el individuo que ha de aprender. En los últimos decenios, se han producido cambios sustanciales en las concepciones sobre la naturaleza de las ideas acerca de cómo se produce el aprendizaje (Hierrezuelo Moreno, 1991).

Un aspecto de gran importancia investigado desde la didáctica de las ciencias, que quizá sea de los más trabajados, es el referente a las preconcepciones —denominadas también esquemas alternativos, primeras evidencias, ideas intuitivas, errores de los alumnos, ideas previas etc.—, que son un factor complejo de modificar y que no permiten la comprensión de los conceptos científicos en la medida que se quiere lograr en la escuela. Las ideas previas o preconcepciones son, actualmente, uno de los campos donde se ha llevado a cabo un intenso y extenso trabajo. Las investigaciones sobre ideas previas abarcan muchos campos científicos en disciplinas como física, química, biología, geología, entre otras. En la más reciente recopilación bibliográfica de Pfund y Duit (1999), se tienen reportadas más de tres mil investigaciones sobre ideas previas que han sido publicadas en revistas y congresos especializados. Cabe aclarar que en México la situación es muy pobre en cuanto a número de publicaciones.

Es importante destacar que la enseñanza de la ciencia es uno de los rubros en el

que los países desarrollados han puesto un gran empeño, tanto en el desarrollo de proyectos curriculares como en el de estrategias de desarrollo (Flores, 1993). La preocupación por el mejoramiento de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, y su adecuación a las necesidades prioritarias de la sociedad actual está generando una abundante investigación que tiene como objetivo contrarrestar la práctica en la que se educa a la juventud para que desempeñe tareas específicas y no para que pueda entender una totalidad social, científica y humanística. Esto se debe a que la relación pedagógica está condicionada por la urgencia de generar empleos, hecho que está produciendo una visión dogmática del conocimiento y obstaculizando la creación de un espíritu científico (Amaya, 1990).

Durante la escolaridad, los alumnos han de formarse una determinada concepción sobre lo que es la ciencia, no sólo como cuerpo de conocimientos, sino como manera de pensar sobre el mundo y de construir explicaciones. Se tendría, entonces, que la función de la enseñanza, en la didáctica de las ciencias, es la de facilitar la evolución y transformación de las concepciones de los alumnos hacia concepciones científicas más elaboradas.

En síntesis, puede verse que la epistemología y, más específicamente, las concepciones de ciencia, se encuentran estrechamente vinculadas con la enseñanza de las ciencias, y que esta relación ha sido y es una preocupación constante.

Los dos apartados anteriores son una breve síntesis de aspectos epistemológicos y su repercusión en la comprensión de la construcción del conocimiento científico, así como de los supuestos en que se basan las nuevas corrientes de la enseñanza de la



ciencia. Estos aspectos servirán de parámetro comparativo con las concepciones determinadas en este estudio. Así, se propone una investigación de la percepción de la enseñanza de las ciencias —tomando en cuenta los aspectos de concepción de ciencia y de su aprendizaje analizados previamente— en el ámbito universitario.

A continuación se presenta la metodología empleada.

### ENFOQUE Y METODOLOGÍA

Para dar respuesta a la problemática planteada se realizó, primero, un diagnóstico sobre: *a)* las concepciones de ciencia; *b)* la enseñanza que manejan los profesores universitarios del nivel medio superior; *c)* la revisión de cuál es la concepción de ciencia que prevalece en la Universidad a la luz de las concepciones epistemológicas, y *d)* el análisis de si esta concepción depende del contexto histórico de la Universidad. A la luz de los resultados preliminares con los profesores se pasó a la depuración del instrumento de investigación; segundo, se llevó a cabo el estudio de campo definitivo, en el cual se realizaron entrevistas a 45 académicos, investigadores y funcionarios de la UNAM, desde el criterio de que tuvieran una estrecha relación con la enseñanza y producción científica, y que su ejercicio profesional fuera una actividad científica cotidiana.

Para poder efectuar la recolección de datos, diseñamos —a partir de los resultados preliminares— una guía de entrevista (ver anexo) que se estructuró con base en los sustentos teóricos descritos y en tres ejes, que corresponden a las funciones de la Universidad: docencia, investigación y difusión de la cultura, así como la delimitación de los factores que permi-

tieran abundar en los aspectos curriculares; la vinculación de la ciencia universitaria con la sociedad; el impulso a la producción científica; el financiamiento social; la concepción de ciencia, y la enseñanza de la ciencia, la cultura y política científica con los que se cuenta en México. Una de las estrategias específicas es que toda la información fue solicitada en función del contexto universitario y del país. El haber seleccionado estos ejes y perfilarlos en aspectos más concretos como los factores mencionados permitió formular las quince preguntas que integran la guía de entrevista, lo que posibilitó, en el intercambio con los académicos, obtener información pertinente y necesaria para la investigación.

Para la experiencia de campo, preferimos que la población objeto de estudio estuviera integrada por investigadores, profesores y funcionarios que tuvieran una estrecha relación con la enseñanza de la ciencia en su práctica profesional. Por ese motivo, fueron seleccionados cuatro institutos: Física, Matemáticas, Química y Biología, por considerarlos espacios académicos en donde se presenta cotidianamente la actividad científica como una expresión de las funciones universitarias, así como funcionarios de distintos institutos, algunos de la administración, y también profesores de la Facultad de Ciencias, quienes fueron propuestos por los entrevistados.

La población se conformó con cinco o seis investigadores de cada uno de los institutos, aproximadamente 5% del total de investigadores en cada una de las dependencias. En cuanto a los funcionarios, determinamos seleccionar dos de cada una de las áreas objeto de estudio y aquellos que tuvieran una relación directa, según lo marcaba su trayectoria con la

producción, administración y enseñanza de la ciencia.

Las entrevistas se llevaron a cabo siguiendo, en la medida de lo posible, la guía elaborada previamente, de acuerdo con fechas y espacios destinados por los propios investigadores. En cada una de ellas, fue necesario hacer una presentación del entrevistador, explicar nuevamente en qué consistía el proyecto y solicitar autorización para grabar cada entrevista, las cuales tuvieron una duración aproximada de 30 minutos, con dinámicas particulares y específicas. En algunos casos, conforme se desarrollaban las entrevistas, fue necesario explicar a qué se referían algunos aspectos de las preguntas; esto sucedió principalmente en aquellas que estaban relacionadas con las concepciones de ciencia en lo general y las epistemológicas, axiológicas e históricas en lo particular, ya que no les resultaba claro a qué se hacía referencia con ello y querían comprender cómo se estaban utilizando en la entrevista, a lo cual se les daba respuesta con el propósito de aclarar sus dudas.

Una situación que se presentó en más de una ocasión fue que los investigadores consideraban no tener nada que aportar a un proyecto como el presente y, sin embargo, al concluir la entrevista, manifestaron su sorpresa por la riqueza de su información al leer las transcripciones.

Haber realizado la transcripción literal de las entrevistas permitió rescatar lo fructífero de la información proporcionada por los académicos y descubrir una veta de trabajo, por la riqueza, al visualizar la problemática de la enseñanza de la ciencia, de su investigación y más aún de la difusión con un conjunto de investigadores universitarios, da la posibilidad de generar una línea de investigación.

Una vez transcritas las entrevistas fueron analizados los datos, en primera instancia, desde los tres ejes: docencia, investigación y difusión de la cultura, de acuerdo con las preguntas que quedaban en cada uno de estos ejes. Un segundo análisis se realizó desde los factores señalados y que, como ya se apuntó, orientaron la elaboración de la guía de entrevista. De estos análisis se desprendieron 16 indicadores, de los cuales se analizarán aquí sólo los correspondientes a la concepción de ciencia y su aprendizaje.

El siguiente paso en el análisis de la información consistió en vaciar los datos de las entrevistas en cada una de las categorías con sus indicadores, determinando así las frecuencias que se presentaban; en qué aspectos eran constantes y en cuáles sólo se presentaba una vez la respuesta.

## RESULTADOS

Los resultados están presentados con base en cuatro categorías, relacionadas con las ideas en torno a las características, tradiciones y aspectos filosóficos y enseñanza de la ciencia:

- a) Características de la ciencia.
- b) Concepciones de ciencia.
- c) Conocimiento de los programas de enseñanza.
- d) Formación docente.

Cada una de ellas está organizada por indicadores o subcategorías, de acuerdo con los tres ejes identificados: investigación, docencia y difusión de la cultura.

En este trabajo sólo se presentan, sin embargo, los ejes de investigación y docencia, mismos que se integraron porque compartían indicadores comunes. Una descripción detallada de los tres ejes

y todos sus indicadores se encuentra en Alvarado (1998).

A continuación se presenta un cuadro que muestra los ejes, categorías e indicadores de análisis. Posteriormente, se describen los resultados para cada uno de ellos.

nes que se presentan a continuación: *a)* son varias las corrientes de la ciencia que coexisten, ciencia básica y académica, aplicada y tecnología; *b)* la ciencia es de pizarrón, no es experimental; *c)* es una ciencia repetitiva y teórica; *d)* ciencia básica principal-

Eje	Categoría	Indicadores
Investigación y docencia	Características de la ciencia	1. Tipos de ciencia 2. Tradición 3. Trayectoria y desarrollo 4. Masa crítica 5. Idea de ciencia 6. Definiciones e interpretaciones de la ciencia
Investigación y docencia	Concepciones de ciencia	1. Aspectos epistemológicos 2. Aspectos axiológicos 3. Aspectos históricos
Docencia	Conocimiento de los programas de enseñanza	1. Programas de enseñanza de la ciencia 2. Programas curriculares 3. Difusión 4. Observaciones
Docencia	Formación docente	1. Formación 2. Programas de formación docente que conocen 3. Enseñar la disciplina 4. Formación pedagógica 5. Observaciones

*a) Características de la ciencia. Se encuentra ubicada en dos ejes que son investigación y docencia, se organiza de la siguiente manera:*

- El primer indicador corresponde a los tipos de ciencia que se manejan en la UNAM. Diez de los entrevistados señalaron que es la ciencia básica y aplicada la que predomina; otros tres opinaron que es la experimental y teórica; al respecto, al menos un investigador dio alguna de las opinio-

mente es una ciencia básica y aplicada; *e)* coexisten la ciencia del siglo XIX con la del XX: la taxonomía y la biología molecular; la ciencia convencional o tradicional y la avanzada; *f)* existe la ciencia universitaria que se hace en la Universidad y que muchas veces es de excelente nivel; *g)* es la ciencia universal y competitiva; no existe la ciencia local; *h)* ciencia básica aplicada y aplicable; *i)* la ciencia es acartonada, y por último, *j)* la ciencia es globalizante. El objeto de estu-

dio es mucho más grande que todos los que nos dedicamos a ella.

- El segundo indicador corresponde a la tradición que existe en el quehacer científico. La opinión de los investigadores giró en torno a que: *a)* los avatares de la historia nacional han impedido una tradición en la ciencia; *b)* es muy joven, la tradición científica viene desde los años treinta; *c)* en zoología y matemáticas sí existe una tradición, por lo cual el Instituto de Matemáticas, dada su calidad, podría estar en cualquier parte del mundo; *d)* el discurso de la ciencia siempre ha estado presente con alta prioridad; *e)* es importante contar con elementos multiplicadores que propicien una cultura científica y nacional.
- La trayectoria y desarrollo de la ciencia es el tercer indicador de esta categoría; al respecto, los investigadores opinaron que: *a)* la trayectoria de la ciencia está más en lo declarado que en lo realizado; *b)* que en la medida en que nos desarrollemos, seremos menos dependientes; *c)* la ciencia es una vivencia, no existe un método científico; *d)* es muy poco el desarrollo debido a los problemas salariales; *e)* estamos en el subdesarrollo de la ciencia; *f)* existe mucha potencialidad en los grupos de trabajo y campos de desarrollo; *g)* la ciencia ha jugado un papel mínimo dentro del desarrollo y existe un gran impacto desde lo económico, y por último, *h)* que la ciencia se encuentra íntimamente ligada al desarrollo de México y responde a las necesidades del país.
- En relación con el cuarto indicador que corresponde a la masa crítica, los entrevistados opinaron: *a)* es un elemento fundamental, ya que la ciencia

se conforma mediante la madurez científica, que implica contar con una tradición científica, así como con una masa crítica; *b)* la masa crítica se constituye por grupos sólidos en investigación, que han desarrollado verdaderos líderes académicos y que se establecen en el país o en una universidad con mucha claridad del objeto de estudio y conceptual, y *c)* una línea de investigación sólida que es reconocida nacional e internacionalmente y cuenta con líderes académicos.

- Idea de ciencia es el quinto indicador; en éste, los entrevistados comentaron: *a)* cinco de ellos que, en el ámbito nacional, sí existe una idea nacional de ciencia; contrariamente, *b)* diez de los académicos señalaron que no existe ninguna idea. En relación con la Universidad, *c)* catorce investigadores opinaron que sí existe una idea de ciencia universitaria; *d)* nueve señalaron que no existe; *e)* tres dijeron que eso de la idea es un mito; *f)* tres opinaron que la ciencia es una obra de creación que busca la verdad y genera conocimiento nuevo; *g)* dentro de la UNAM, existen muchas ideas de ciencia al decir de tres investigadores, y *h)* el resto comentó lo siguiente: la idea de ciencia que se aprende es la básica. La ciencia es un *modus vivendi*; no hay un compromiso real. No hay un enfoque integral, son más bien la ciencia pura, la básica y la aplicada. Hay que entender que la ciencia por sí sola es buena. La ciencia es enciclopedista y, por último, no entiendo la pregunta.
- El sexto indicador corresponde a las definiciones de ciencia que los investigadores proporcionaban al preguntarles sobre su idea de ciencia. Se presen-

tan a continuación algunas definiciones e interpretaciones de ciencia:

### *Definiciones e interpretaciones de ciencia*

- La ciencia trata de entender el mundo que nos rodea, de entender sus fenómenos.
- La ciencia es un todo.
- La ciencia responde a una cierta necesidad del hombre de conocimiento, de la realidad que lo rodea y, también, de la curiosidad científica.
- La ciencia como un todo es muy amplia. En forma abstracta, representa la búsqueda o el ejercicio para la búsqueda de nuevos conocimientos. Hacer ciencia es, justamente, enrolarse en ese canal en donde uno invade espacios no conocidos, para ver cuál es la respuesta que uno recibe al introducir elementos y esperar la respuesta de este sistema desconocido anteriormente. Éste es el mecanismo de prueba y error bajo el cual se ha desarrollado históricamente la ciencia.
- La ciencia es lo que estamos tratando de hacer.
- La búsqueda de la verdad por sí misma es la ciencia académica, encontrar verdades que antes no se conocían, que pueden conducir a algo aplicado. Existe una sola ciencia con fines diferentes.
- La ciencia es una cosa alejada de la realidad.
- La ciencia, para el bien de la gente, está vinculada a la sociedad. Es una forma de entender la realidad y una forma de actuar con ella; una forma de vivir y de entender la realidad que nos rodea.
- La ciencia es un conjunto de ideas que pretende hacer modelos de la realidad y busca explicar el porqué de las

cosas, los fenómenos se ven de cierta forma, pero sobre todo permite predecir los eventos o los fenómenos. Emplea un lenguaje especial, que es el de las matemáticas, el cual es elegante y estético.

- Ciencia es algo difícil de definir, la podría definir como una parte de la actividad humana encargada de obtener conocimientos sistematizados, pero no necesariamente tiene que haber una aplicación inmediata de esos conocimientos.
- La ciencia es una disciplina humana generadora de conocimientos que deben ser de utilidad para nuestra nación y que, además, deben ser de utilidad para la Universidad, pues es un conocimiento universal.
- La ciencia es importante porque permite resolver problemas y sin ella un país no puede acceder a ser un país de primer mundo; la ciencia es también un elemento civilizador por el simple hecho de cultivarla.
- La ciencia es una vivencia de creación del hombre, de hambre de conocimiento, de hacer crecer el conocimiento, de buscar que ese conocimiento tenga una utilidad, buscar un mejor nivel de vida.
- La ciencia es una manera de ver y comprender el mundo y transformar lo que existe. Cabe pensar a la ciencia como un conjunto de conocimientos y ver a qué se refieren.

*b) Concepciones de ciencia. En lo que corresponde a las concepciones de ciencia se obtuvieron los siguientes resultados:*

- El primer indicador, los aspectos epistemológicos: a) siete entrevistados contestaron con un no sé; b) 18 de ellos se

negaron a hablar del tema a partir de los siguientes argumentos: 1) para ser científico no es requisito saber esto; 2) no sé que me está preguntando; 3) lo tengo nebuloso; 4) este tema no es mi fuerte; 5) son preguntas que están alejadas y no corresponden a lo que es la cultura científica, y 6) son aspectos desarrollados por filósofos, no por científicos.

En cuanto a las concepciones, expresaron lo siguiente: *a)* la concepción pragmática, dijeron dos investigadores; *b)* la materialista, señalaron otros dos; *c)* una concepción de ciencia experimental, opinaron dos académicos; *d)* los otros dijeron conocer el binomio materialismo-idealismo; *e)* conocen una concepción de ciencia enciclopedista; *f)* la concepción de la que nos habla Kuhn, de una ciencia normal, de rupturas y revoluciones científicas; *g)* la concepción que nos dice que la ciencia ha tenido su propia evolución histórica, una concepción dialéctica y, otro, una concepción positivista; *h)* tres de los investigadores desarrollaron brevemente una panorámica sobre las diferentes concepciones epistemológicas que se han planteado y sintetizaron algunas de las presentadas con anterioridad.

- El segundo indicador corresponde a los aspectos axiológicos de ciencia, a lo que nuevamente: *a)* siete investigadores contestaron con un no sé; *b)* 18 manejaron nuevamente los mismos argumentos que para el indicador anterior. De los entrevistados, *c)* cuatro de ellos dijeron que es el valor social que se asigna a la ciencia; *d)* cuatro académicos señalaron que la ciencia no es neutra y que en sí misma tiene valores, y *e)* dos opinaron que es tanto como una concepción de vida.

- En esta categoría, el tercer indicador corresponde a los aspectos históricos. Al respecto, *a)* siete de los investigadores contestaron con un no sé; *b)* 18 se negaron a contestar con los argumentos ya expresados, y *c)* cuatro académicos señalaron que la historia ha jugado un papel importante en el desarrollo de la ciencia. Otros investigadores opinaron que la ciencia mexicana siempre ha estado atrasada, y seis investigadores presentaron su opinión en cuanto al desarrollo histórico de la ciencia en México, la cual consiste en explicar las causas por las cuales la ciencia en nuestro país está en un nivel menos desarrollado que en otros países, principalmente por los diferentes movimientos sociales por los que ha atravesado. Aunado a esto, el contar con raíces de un pensamiento mágico-religioso que ha hecho difícil la aceptación de un pensamiento científico, además de que, por tradición, no se confía en la ciencia para la solución de problemas, lo cual ha traído como consecuencia la asignación de presupuestos muy bajos para desarrollarla.

En lo que respecta a la población que sí contestó en esta categoría, fue necesario explicar qué se estaba entendiendo por concepción, más aún cuando se hablaba de concepciones epistemológicas y axiológicas. Cuando se les informaba que lo epistemológico está en relación con la producción y construcción del conocimiento científico y que lo axiológico está en relación con los valores sociales asignados a la ciencia, entonces podían proporcionar alguna información. El aspecto axiológico fue de entrada mejor comprendido, y brindaron sus opiniones. Por lo que respecta a lo epistemológico, pese

a la información proporcionada, no daban respuesta e incluso señalaban que ese tema no era de su interés.

La concepción histórica de la ciencia fue la que se contestó con mayor facilidad, pero enfocada principalmente al desarrollo histórico de la ciencia: ¿por qué etapas ha pasado en el caso de México?, y ¿cuáles han sido los avatares que ha vivido?

*c) Conocimiento de los programas de enseñanza, se encuentra en el eje de docencia y se conforma de la siguiente manera:*

- Primer indicador, programas de enseñanza de la ciencia que los entrevistados conocen, y que es el primer indicador de esta categoría, se expresó lo siguiente: seis académicos conocen el programa Jóvenes a la Investigación; el Bachillerato Cantera de la Investigación es conocido por tres académicos; las Olimpiadas de la Ciencia la mencionaron cuatro; y las Olimpiadas de las Matemáticas, siete; La Semana de la Investigación Científica del CONACYT fue señalada por dos académicos; El Verano de la Ciencia por cinco; los investigadores que hicieron mención a la maestría en matemáticas fueron siete. Conocen los programas de la Coordinación de la Investigación Científica tres, mientras que seis conocen los de la Academia de la Investigación Científica; dentro de estos programas, se encuentran también las estancias en los institutos y fueron mencionados por cuatro investigadores del Instituto de Química, asimismo, están las tesis en los institutos que cinco investigadores comentaron. Los programas que se enuncian a continuación fueron señalados por lo

menos una vez y son: el Programa de Formación Docente de la DGAPA, el Programa UNAM-BID, el Laboratorio de Enseñanza; la Revisión de Libros de Primaria que realiza el Centro de Instrumentos, el Proyecto de Investigación de Enseñanza de las Ciencias del Centro de Instrumentos; el Programa Piloto con los seis años de primaria de la Academia de la Investigación Científica en conjunto con la Academia de Ciencia de Estados Unidos. Tres investigadores dijeron que no existen programas para enseñanza de la ciencia, que lo que hay son programas curriculares para formar licenciados.

En el ámbito internacional, se mencionaron los siguientes: un programa de hace 30 años de la UNESCO, los programas de la National Science Foundation, de la Universidad de Harvard y uno de la Universidad de Berkeley.

- Segundo indicador, corresponde a los programas curriculares; de los entrevistados, 28 señalaron que los programas que conocen para enseñanza de la ciencia son los curriculares, al respecto mencionaron que los planes y programas de estudio de licenciatura y bachillerato son muy rígidos; tienen pocos márgenes de libertad; son poco científicos, con una carga excesiva de créditos, además de estar centrados en la descripción de la temática del área; que la parte experimental básica para la enseñanza de las ciencias no se ha desarrollado; que se deberían recuperar las tendencias internacionales que marcan que los experimentos deben ser más demostrativos y simples, y que la enseñanza se debería centrar en el laboratorio tanto en la licenciatura como en el posgrado, porque es donde

se da el contacto de los investigadores con los alumnos, pues los planes y programas de estudio sí incorporan la política científica.

- El tercer indicador de esta categoría es el de la difusión. Al respecto, seis de los investigadores la señalaron como uno de los programas para la enseñanza de la ciencia a partir de Universum, que es considerado como la herramienta didáctica de la enseñanza no formal. Otros programas son el de Domingos de la Ciencia, los programas de radio y los de TV UNAM.
- En cuarto lugar, tenemos el indicador de las observaciones, en el cual seis de los entrevistados manifestaron que la enseñanza de la ciencia es una de las áreas no trabajadas; cuatro expresaron que la enseñanza está desvinculada del mundo contemporáneo. Se expresó, al menos por un investigador, que existe un gran aparato de investigación que no se refleja en la enseñanza de la ciencia; que la enseñanza no deja de ser memorística y acartonada; que es un área de trabajo muy reciente, por lo cual no existen ni equipo ni historia al respecto; que es de vital importancia el rescatar el aspecto lúdico para la enseñanza de las ciencias.

Se dijo que no se cuenta con un apoyo real para realizar la investigación, aun cuando se tiene el préstamo del BID; la gran problemática de contar con programas y planes obsoletos y la gran dificultad que implica cambiarlos. Se propuso una serie de condiciones para realizar mejor la enseñanza, entre las cuales se encuentran: la modificación de la relación maestro-alumno por la de aprendiz-maestro, enseñar por entrenamiento, enseñar a partir de lo cotidiano, hacer ciencia para poder

enseñarla, y enseñarla con claridad y rigor propio de la ciencia.

Asimismo, se comentó la problemática del bachillerato como el polo olvidado y la importancia de alejarse de los discursos disciplinarios que en nada apoyan al profesor de trincheras. Igualmente, se dijo que es muy grave que en el SNI no se tome en cuenta la docencia para la evaluación de la producción científica.

*d) Formación docente se encuentra en el eje de docencia y se conforma como se presenta a continuación:*

- Primer indicador. Corresponde a la opinión de los entrevistados en cuanto a la formación docente. Al respecto, cinco dijeron que no existe una formación real; dos argumentaron que la que existe es insuficiente y que a últimas fechas se ha empezado a ver su importancia.
- Segundo indicador. Es el de los programas de formación docente que conocen, mencionaron los siguientes: el Diplomado de Enseñanza de la Química, el Programa de Apoyo a la Actualización y Superación (PAAS) y el Programa de Formación de Profesores DGAPA. En lo que respecta a la actualización, se mencionó por diez investigadores que han participado en los últimos dos años, siete dijeron no haber participado en programas de actualización. La totalidad de los entrevistados señaló haber participado a partir de eventos de intercambio en los que reportan sus investigaciones.
- El tercer indicador de esta categoría corresponde a cómo debe enseñarse la disciplina, a lo que dos de los entrevistados contestaron que la enseñanza



sólo la realiza quien sabe de ciencia, que es muy grave el divorcio enseñanza-investigación. Tres académicos señalaron que se dicta sin llevar a la reflexión; que es un crimen que en aras de la enseñanza se sacrifique el rigor científico, y que es un grave problema la enseñanza de la ciencia, lo cual hace aún más compleja la situación.

- El cuarto indicador corresponde a la formación pedagógica recibida: cuatro investigadores señalaron que la formación docente no resuelve el problema; dos comentaron no haber recibido formación; cinco expresaron que la formación pedagógica es vital para que se dé una buena enseñanza de la ciencia.
- Quinto indicador, observaciones. Se señaló que es necesario hacer equipo con quienes producen la ciencia para enseñar lo actual; dos investigadores dijeron que son los profesores los que imprimen la calidad a los planes de estudio; seis académicos comentaron que los grados académicos no quitan lo ignorante; tres expresaron su preocupación por el divorcio entre enseñanza e investigación, y finalmente la mayoría coincidió en que la enseñanza es el talón de Aquiles de la UNAM.

## SÍNTESIS

La primera categoría que presentamos está en relación con las características y la idea de ciencia que prevalecen en la Universidad. Los resultados muestran divergencia en cuanto a si existe o no una idea, si es una sola o cuántas existen. Las respuestas proporcionadas indican que no se tiene una sola, que existen tantas ideas de ciencia como universitarios hay en el interior de la institución. En lo que corresponde a cuál es el tipo de ciencia

que se hace y se enseña, se señalaron diferentes tipos, como ciencia básica, experimental, aplicada, académica convencional y de avanzada. En general, hay consenso en que no existe una tradición científica, porque los avatares de la historia nacional lo han impedido y han signado el desarrollo y trayectoria de la ciencia profesional, además de que es muy joven, pues tan sólo se remite a los años cincuenta; únicamente en terrenos como la zoología, la herbolaria y las matemáticas es donde sí existe una tradición en la enseñanza y producción científica.

En el caso de la segunda categoría, concepciones de ciencia, resulta evidente que es un tema en el cual la población entrevistada, en su mayoría, no quiere introducirse. Entre otros argumentos se expresaron los siguientes: 1) lo poco que se han estudiado, 2) que esto pertenece más al terreno de la especulación, 3) que lo han realizado aquellos que no se dedican a la ciencia, 4) que este tema no es de su interés. Es de destacar que los académicos, en general, no tienen una idea clara sobre las concepciones de ciencia. Por ejemplo, en las categorías 1 y 2 —las cuales hacen referencia a las concepciones de ciencia—, es por demás evidente que no les interesa, les da lo mismo conocer o desconocer cuáles son las concepciones de ciencia que orientan su práctica profesional.

En el caso de la tercera categoría, programas de enseñanza de la ciencia, destaca que los programas que los investigadores conocen son los curriculares y que aun en estos programas no se recupera toda la experiencia de los investigadores para la enseñanza de las ciencias. Además, que pareciera que existe una confusión entre lo que son los programas de enseñanza de la ciencia y los programas de difusión de la ciencia.

En el caso de la cuarta categoría, formación docente, es importante destacar que si bien se conocen algunos programas institucionales, se considera que éstos no han sido suficientes, y no responden a las necesidades reales, asimismo, que es necesario que los que producen la ciencia y quienes la enseñan hagan equipo para la formación de nuevas generaciones.

Es importante resaltar que en cuanto a las categorías 3 y 4, si bien los investigadores han señalado la importancia de ambas, consideran que es una actividad que debería realizarse, pero que ellos no lo harían porque cuentan con una formación disciplinaria sólida.

## CONCLUSIONES

En el desarrollo del estudio, encontramos una serie de problemas en relación con la concepción de ciencia y su enseñanza. En primer lugar, se nota la ausencia de una concepción dominante de ciencia, e incluso poca claridad de lo que sería una concepción de ciencia universitaria. Esto se deriva, entre otras razones, de la creencia de los académicos universitarios entrevistados, de que hablar sobre concepciones como las de ciencia y docencia son cuestiones ajenas a la actividad de investigación científica, que ése es quehacer del filósofo de la ciencia, de donde se deduce que existe un marcado divorcio entre las prácticas científicas y lo que consideran discurso de la ciencia. Destaca, asimismo, que en general no hay claridad en los planteamientos de ciencia que se encuentran en la literatura, como son los casos de Kuhn, Koyré, Holton, Piaget, etcétera y, más grave aún, se enfatiza en que no es de su interés. Puede señalarse que las concepciones de ciencia que se describieron previamente no son recuperadas en la

práctica profesional de los científicos entrevistados; sólo uno de ellos hizo referencia a la concepción de revoluciones científicas y ciencia normal, y otro más al positivismo (sin que quedara claro si se refería al positivismo lógico).

Algo semejante puede decirse de su idea de ciencia —en términos de su caracterización y no de su construcción y desarrollo—. En este caso, no aparecen las características de ciencia vinculadas al conocimiento como un proceso histórico-social con rasgos determinados por la propia comunidad científica. En su caso, las descripciones de ciencia básica, aplicada, atrasada o de punta son las que prevalecen, lo que da cuenta de que no hay, en la comunidad científica universitaria, una interpretación o conjunto de interpretaciones que den respuesta a la naturaleza de las preguntas a este respecto.

Es importante apuntar que los académicos entrevistados, en su mayoría, no tienen una conciencia de cuál ha sido el desarrollo histórico de la ciencia en nuestro país, cómo ha evolucionado, cuáles avatares ha tenido, cuáles han sido sus momentos más críticos, así como cuándo empezó lo que podríamos llamar ciencia profesional. Salvo contadas excepciones, algunos académicos dieron una reseña histórica de cuál ha sido la participación de la ciencia y de la Universidad en el desarrollo histórico, político, económico y social de México. Sin embargo, esta reseña histórica no señala si la concepción de ciencia es dependiente del contexto histórico de la Universidad y cuáles son sus implicaciones para la enseñanza.

Los resultados nos muestran una situación en la que los problemas de definición personal de ciencia (concepción de ciencia), así como las implicaciones que esta concepción puede tener para la ense-

ñanza, se encuentran prácticamente desligadas de toda posible acción educativa que los investigadores y funcionarios entrevistados puedan llevar a cabo. Esto ha llevado a que la Universidad no haya puesto especial énfasis en atender el problema educativo, lo cual se refleja en la inexistencia de posgrados de enseñanza de la ciencia, en el poco reconocimiento que desde los institutos y coordinaciones de ciencias se da a la investigación tanto filosófica como educativa, y en la escasa atención que, en términos de propuestas educativas evaluables y sustentadas en la investigación, se llevan a cabo en las facultades y escuelas del nivel medio superior de la UNAM.

Los académicos señalaron que es inaplazable la revisión de planes y programas de estudio de los niveles educativos antes enunciados, debido a que son muy rígidos, tienen pocos márgenes de libertad, además de una excesiva carga teórica y poco práctica; asimismo, sería importante recuperar las tendencias internacionales en torno a la enseñanza de la ciencia.

Los investigadores reconocieron la necesidad imperante de iniciar trabajos en torno a la enseñanza de la ciencia, ya que es un aspecto no desarrollado en el interior de la Universidad; se considera importante impulsar la vinculación docencia-investigación, ya que ésta última cuenta con una gran infraestructura que no se refleja en la enseñanza, por lo que se hace necesario establecer vínculos con los académicos que producen ciencia y quienes la enseñan, para promover una educación actual, y vincularla con la realidad.

Entre los aspectos que los académicos señalan, se encuentra la necesidad de generar espacios en las diferentes áreas de la Universidad para los programas de for-

mación de profesores que aborden en nuestro contexto contemporáneo la vinculación docencia-investigación, y la difusión de la cultura a través de acciones tales como la de *Universum*, la *Casita de la Ciencia*, *Jóvenes a la investigación*, entre otros, ya que éstas son un apoyo importante para la educación.

En las entrevistas realizadas, sin embargo, se coincidió en la importancia de dar más impulso a la formación de profesores, donde se retomen aspectos de formación pedagógica, curricular y se abunde en las concepciones de ciencia; asimismo, de proporcionarles un reconocimiento a la labor que realizan. Para ello, se reconoce que existen las condiciones en la UNAM debido, entre otras causas, a la experiencia de sus investigadores y docentes, lo cual es por demás evidente en el trabajo que se ha desarrollado en los diferentes centros, institutos, escuelas y facultades que dan vida a esta máxima casa de estudios. Este hecho conduce, en principio, a pensar en la inaplazable necesidad de promover acciones que impulsen la discusión y formación de recursos en los conceptos de ciencia y humanidades que integran el quehacer universitario. Entre las acciones o políticas que se pueden sugerir, producto de este trabajo, se encuentran las siguientes:

- Un programa de formación de profesores en enseñanza de la ciencia, en el cual se aborden aspectos como concepciones contemporáneas de ciencia, desarrollo histórico de la ciencia en el nivel internacional y en México, enseñanza experimental, investigación en enseñanza de la ciencia y difusión de la ciencia, entre otros.
- La promoción e impulso a programas de enseñanza de la ciencia.

- La difusión de actividades relacionadas con la enseñanza de la ciencia: ciclos de conferencias, mesas redondas, actos académicos en los cuales se puedan dar a conocer las acciones que se están realizando en relación con la enseñanza de la ciencia.
- La publicación de materiales relacionados con la enseñanza de la ciencia: programas, resultados de investigación, experiencias en el salón de clase, entre otras.
- Se sugiere, igualmente, realizar acciones que permitan el diseño de políticas enfocadas a la práctica científica, que se vean como una forma de apoyo a los programas de enseñanza de la ciencia. Con el tiempo, se conformará un ambiente cultural que dará lugar en un futuro no lejano a una cultura científica.
- Se propone también trabajar sobre el área de investigación educativa en enseñanza de las ciencias, en la cual se aborden aspectos como programas de enseñanza de la ciencia, difusión de la ciencia, producción y concepción de la ciencia y reflexión del científico sobre su quehacer cotidiano.

De lo señalado hasta este momento, se puede destacar que la enseñanza de la

ciencia en la Universidad, aun cuando es uno de los problemas importantes que tiene la institución en cuanto a docencia, se ha impartido de una manera que refleja las limitaciones y falta de interés por los aspectos que la investigación en el campo de la enseñanza de la ciencia ha mostrado relevantes; así, la forma de enseñar la ciencia, anclada a visiones deficientes, limitadas e incompletas de lo que implica la enseñanza en este campo, promueve la permanencia de prácticas ineficaces: docencia descriptiva, repetitiva, dogmática, poco vinculada con la realidad, como una manera de reproducir los experimentos en el laboratorio sin considerar desde qué concepción de ciencia se está llevando a la práctica y más aún, como una práctica educativa en la que la ciencia es vista exclusivamente desde una postura positivista y descriptiva. Para poder formar profesionales de la ciencia con una visión más integral, abierta y flexible al conocimiento científico es necesario promover una enseñanza que lleve a superar esas concepciones, alejadas de las prácticas profesionales y del mercado de trabajo real y potencial para los futuros profesionales de la ciencia.

## REFERENCIAS

- AGUIRREGABIRIA, José María (1989), "Aprovechamiento didáctico de una base de datos documental informatizada sobre historia de la ciencia", en *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra (III Congreso), t. 2.
- ALVARADO, R. María Eugenia (1989), "Propuesta didáctica para la formación de docentes en una disciplina", en *Perfiles Educativos*, México, enero-junio, pp. 62-67.
- AMAYA DE OCHOA, Graciela (1990), "Un modelo académico para la formación docente", en *Educación y Cultura*, núm. 21, Bogotá, Colombia, diciembre, pp. 38-43.
- ARANA PÉREZ, J. et al. (1987), "Imagen de las asignaturas de ciencias en la transición de la educación básica a la secundaria", en *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 1, vol. 5, febrero, pp. 10-15.
- AUSUBEL David, P. (1989), *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas, 769 pp.
- BACHELARD, Gaston (1985), *El compromiso racionalista*, México, Siglo XXI, 179 pp.
- 1987, *La formación del espíritu científico*, México, Siglo XXI, 302 pp.
- BERNAL, D. John (1959), *La ciencia en la historia*, México, UNAM, Dirección General de Publicaciones, 661 pp.
- (1981), *La ciencia en nuestro tiempo*, México, UNAM, Dirección General de Publicaciones, 534 pp.
- BRUNER JEROME, S. (1972), *El proceso de la educación*, México, Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 149 pp.
- CAICEDO LÓPEZ, Humberto (1992), "Viabilidad de una línea de investigación sobre la enseñanza de las ciencias", en *Revista Colombiana de Educación*, núm. 24, Santa Fe de Bogotá, pp. 91-97.

- CAÑAL, P. (1989), "La evolución de las concepciones sobre la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de EGB: una propuesta didáctica basada en el modelo sistémico investigativo", en *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra (III Congreso), t. 2, pp. 26-28 y 45-47.
- CAÑAL, P. y R. Porlan (1987), "Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, núm. 2, pp. 89-96.
- CATALÁN FERNÁNDEZ, A. y M. Catany (1986), "Contra el mito de la neutralidad de la ciencia: el papel de la historia", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4, núm. 2, pp. 230-234.
- ERAZO PARGA, Manuel y Elsa Tiusaba Benítez (1995), "Hacia una enseñanza de las ciencias por investigación", en *Educación y Cultura*, núm. 38, Bogotá, agosto, pp. 37-44.
- ESCORZA, T. y E. Lacasta Zabalza (1984), "Las actitudes científicas de los futuros maestros en relación con sus conocimientos", vol. 2, núm. 3, noviembre, pp. 175-180.
- FERNÁNDEZ, A. Catalán y M. Catany Escandell (1986), "Contra el mito de la neutralidad de la ciencia: el papel de la historia", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, núm. 4, pp. 163-166.
- FLORES Camacho, Fernando (1995), *Epistemología y enseñanza de la ciencia*, México, UNAM, Facultad de Medicina, pp. 9-20 (Serie Seminarios Institucionales).
- FLORES Camacho, Fernando y Leticia Gallegos (1993), "Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia", en *Perfiles Educativos*, núm. 62, octubre-diciembre, pp. 24-30.
- FLORES Fernando; Ángel López, Leticia Gallegos y Jorge Barojas (2000), "Transforming science and learning concepts of physics teachers", en *Science Education*, vol. 22(2), pp. 197-208.
- GIL PÉREZ, Daniel (1986), "La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4, núm. 2, pp. 111-121.
- GIORDAN, A. (1982), *La enseñanza de las ciencias*, Madrid, Siglo XXI Editores, 221 pp.
- GIORDAN, A. y G. Vecchi (1987), *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*, Sevilla, Diada.
- (1989), "Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 7, núm. 1, pp. 53-62.
- (1985), "Interés didáctico de los errores de los alumnos", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 3, núm. 1, febrero, pp. 11-17.
- GUTIÉRREZ, R. (1987), "Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, núm. 2, mayo, pp. 118-126.
- HIERREZUELO Moreno et al. (1991), "Una nueva generación de materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias: los 'programas guía' de actividades", en *Revista de Educación*, núm. 295, pp. 463-484.
- HODSON, Derek (1999), "Trabajo de laboratorio como método científico: tres décadas de confusión y distorsión", en *Revista de Estudios del Currículo*, vol. 2(2), pp. 52-83.
- HOLTON, Gerald (1973), *Thematic origins of scientific thought. Kepler to Einstein*, Cambridge, Harvard University, 495 pp.
- (1985), *La imaginación científica*, México, FCE, 272 pp.
- KOYRÉ, Alexandre (1981), *Estudios galileanos*, México, Siglo XXI Editores, 332 pp.
- (1978), *Estudios de historia del pensamiento científico*, 4ª ed., México, Siglo XXI Editores, 394 pp.
- KUHN, Thomas S. (1982), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE, 319 pp.
- (1982), *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la ley y el cambio en el ámbito de la ciencia*, México, FCE, 380 pp.
- NAZ, M. (1987), "Estilo cognoscitivo y su importancia para la enseñanza de la ciencia", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, núm. 2, mayo, pp. 97-104.
- LÓPEZ Ángel D., Fernando Flores y Leticia Gallegos (2000), "La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 5(9), pp. 113-135.
- NOVAK, Joseph D. (1988), "Constructivismo humano. Un consenso emergente", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 6, núm. 3, pp. 213-223.
- NOVAK, Joseph D. y Bob Gowin (1988), *Aprendiendo a aprender*, Barcelona, Martínez Roca, 228 pp.
- PIAGET, Jean (1967), *Seis estudios de psicología*, Barcelona, Seix Barral, 227 pp.
- (1975), *Problemas de psicología genética*, Barcelona, Ariel, 196 pp.
- POVEDA Ricaldi, Arcadio (1985), "75 años de enseñanza y práctica de las ciencias en México", en *Omnia*, vol. 1, núm. 1, pp. 11-16.
- POLO Conde, F. y J. A. López Cancio (1987), "Los científicos y sus actitudes políticas ante los problemas de nuestro tiempo", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, núm. 2, pp. 149-156.
- SALCEDO Torres, Luis et al. (1996), "Evaluación en la enseñanza de las ciencias", en *Educación y Cultura*, núm. 39, marzo, pp. 17-23.
- SOLÍS Villa, R. (1984), "Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, núm. 2, junio, pp. 83-89.
- STANLEY, Elam (1973), *La educación y la estructura del conocimiento*, Buenos Aires, El Ateneo, 271 pp.
- UZZELL, P. (1978), "The changing aims of science teaching", en *School Science Review*, núm. 210, pp. 7-20.
- VIGOTSKY, Lev (1992), *Pensamiento y lenguaje*, México, Ediciones Quinto Sol, 215 pp.

## **ANEXO** Enseñanza de las ciencias

### *Guía de entrevista*

1. ¿Qué programas de enseñanza de las ciencias conoce?
2. ¿Cuál considera que es el impulso que se le ha dado a la ciencia en la UNAM y en el país?
3. ¿Cuál considera que es el impulso que se le ha dado a la enseñanza de la ciencia?
4. ¿Qué programas de financiamiento conoce para los programas científicos?
5. ¿Qué concepción de ciencia predomina en los programas que conoce?
6. De los programas que conoce y difunde la ciencia ¿considera que son suficientes y adecuados?
7. ¿Considera que los programas y planes de estudio se relacionan con una política científica?
8. ¿Considera que existe una política científica en el país?, ¿y en la UNAM?
9. ¿Considera que existe una cultura científica en la UNAM?
10. ¿Cuáles son las concepciones epistemológicas de la ciencia que usted conoce?
11. ¿Cuáles son las concepciones axiológicas de la ciencia que usted conoce?
12. ¿Cuáles son las concepciones históricas de la ciencia que usted conoce?
13. ¿Considera que los programas y planes de estudio incorporan la concepción de ciencia de la UNAM?
14. ¿De qué forma considera que el contexto histórico-político ha influido para el desarrollo de la ciencia en la UNAM y en el país?
15. ¿Considera usted que la ciencia y su enseñanza son proyectos prioritarios en las políticas y la situación actual del país?