

Los procedimientos científicos desde la perspectiva docente: una caracterización a partir de un escenario con relevancia pedagógica

Techares' views of Scientific procedures: a characterization in pedagogically relevant settings.

María Teresa Guerra Ramos

Resumen

En este estudio se exploraron las representaciones de 16 profesores de secundaria sobre los procedimientos de indagación científica. Se diseñó una situación pedagógica hipotética que incluía descripciones de acciones y se pidió a los docentes argumentar si las incluirían en una clase como ejemplos de procedimientos científicos. Las respuestas se incorporaron y exploraron con mayor detalle en una entrevista individual semiestructurada. El análisis cualitativo de las respuestas reveló una tendencia a considerar las descripciones provistas como ejemplos de la aplicación de ciertos procedimientos científicos. Para argumentar si se trataba o no de un procedimiento científico, los docentes

se refirieron al dominio científico o no científico y al propósito investigativo o no investigativo. El uso de conocimiento disciplinario para ilustrar sus respuestas fue infrecuente. Los datos sugieren que las representaciones de los docentes apuntan hacia una imagen de los procedimientos científicos como acciones mecánicas, independientes del contexto. Se discute que las representaciones de los docentes inevitablemente interactúan con las innovaciones curriculares y que una caracterización de las mismas puede sugerir algunas implicaciones para la formación de profesores.

Palabras clave: innovación curricular, procedimientos científicos, indagación científica, percepciones docentes, investigación cualitativa.

Abstract: This study explored the representations of 16 primary teachers about scientific process skills. A hypothetical pedagogical scenario was designed to include descriptions of actions and teachers were asked to argue if they would consider them as example of scientific process skills in a science lesson. Their responses were incorporated and explored in detail through individual semi-structured interviews. The qualitative analysis of responses revealed a tendency to consider the provided descriptions as examples of the use of some scientific skills. In order to argue whether or not a scientific skill was involved, teachers referred to the scientific or non-scientific domain and the investiga-

tive or non-investigative purpose. The use of disciplinary knowledge to illustrate their responses was infrequent. Data suggests that teachers' representations point towards an image of scientific skills as mechanical actions, independent of context. It is argued that teachers' representations inevitably interact with curriculum innovations and that a characterization of them as the one provided in this study can suggest some implications for teacher education.

Keywords: Curriculum Innovation, Scientific Skills, Scientific Inquiry, Teachers Perceptions, Qualitative Research.

Los procedimientos científicos desde la perspectiva docente: una caracterización a partir de un escenario con relevancia pedagógica

Techares' views of Scientific procedures: a characterization in pedagogically relevant settings.

María Teresa Guerra Ramos⁴

Introducción y antecedentes

La ejecución de los procedimientos científicos forma parte de las prácticas compartidas por comunidades de práctica científicas profesionales, productivas, tecnológicas y escolares. Los profesores inevitablemente comunican mensajes acerca del mundo de la ciencia en su salón de clase. Más aún, cuando de acuerdo con el currículum de ciencias, tales mensajes deben ser explícitos, las ideas de los profesores —por ejemplo, sobre cómo se construye y valida el conocimiento científico, o cómo proceden quienes se dedican a la

ciencia en sus indagaciones— se despliegan en su discurso y en sus acciones y pueden influir en qué tanto los estudiantes encuentran la ciencia interesante, estimulante y entendible (Zeidler, D. y N. Lederman, 1989). Las ideas de los profesores tienen relevancia pedagógica porque ellos tienen la importante tarea de introducir el mundo de la ciencia a las generaciones jóvenes como uno de los mayores logros intelectuales humanos.

Una concepción de las ciencias naturales, sus áreas de interés, sus procedimientos, prácticas y valores van también de la mano, con cualquier currículum formal o implementado. En el contexto de la educación secundaria pública en

4. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Unidad Monterrey. E-mail: tkuerra@cinvestav.mx

México, los documentos curriculares de 2011 (Secretaría de Educación Pública, 2011) secundaron planteamientos previos (SEP, 2006; SEP, 2009) en el “enfoque” de las asignaturas Ciencias I, II y III y dieron continuidad a la intención de comunicar una imagen particular de las mismas. Los programas de estudio incorporaron la idea innovadora de que, además de abordar los contenidos curriculares — conocimientos, habilidades, actitudes—, debía enseñarse *algo* acerca de las ciencias mismas: sus métodos y valores, y cómo los científicos comunican el resultado de su trabajo. Aunque en el documento curricular los términos ‘procedimiento’ y ‘habilidad’ se emplean como sinónimos, predomina el término procedimiento. De los textos identificados, es importante subrayar el énfasis en la práctica de los procedimientos científicos en la ciencia escolar como parte de la formación científica de los estudiantes y también como un reflejo de la naturaleza de la práctica científica profesional. Aunque la presencia de estos textos en el currículum oficial merece una discusión más extensa, aquí me limito a señalarlos como evidencia clara de la inclusión explícita de aspectos de la naturaleza de la ciencia. En particular sobresa-

le la presencia de aspectos metodológicos que intentan reflejar lo que las comunidades científicas hacen para crear, validar, sistematizar, comunicar y consensuar nuevo conocimientos; y se asume que una versión de tales procesos inculcados en los estudiantes contribuye a su formación.

Este tipo de innovación a nivel curricular hace relevante el estudio de las representaciones de los profesores acerca del mundo de las ciencias y de la investigación científica en particular. Aún hace falta comprender mejor cómo los profesores de ciencias perciben y se aproximan al mundo de las ciencias y cómo adaptan y despliegan esas ideas en contextos pedagógicos.

Si bien los estudios enfocados a las representaciones docentes sobre distintos aspectos de las ciencias se han abordado con diferentes estrategias metodológicas —para una revisión de estudios en esta área, consultar Norman G. Lederman (1992) y R. S. Schwartz y Norman G. Lederman (2002)—, los acercamientos cualitativos han sido aún escasos, al igual que la identificación de aspectos que permitan informar el diseño de estrategias para apoyar a los profesores a desarrollar una comprensión amplia de las ciencias naturales como

áreas de actividad intelectual humana y a estar preparados para reflejar esto en las aulas.

La mayoría de los estudios previos han carecido de un contexto pedagógico relevante o bien han adoptado criterios o normas prelaboradas para juzgar la validez de las concepciones de los profesores relacionadas con el mundo de las ciencias. Algunos estudios han generado cuestionarios que intentan cuantificar lo que los profesores saben y verificar si coinciden o no con criterios normativos preestablecidos —por ejemplo, M. E. Kimball (1968), Sufen Chen (2006) y K. Buapharan (2011)—. Este tipo de estudios tiende a proyectar una perspectiva de *déficit* al señalar que los profesores saben muy poco o nada en relación con lo que “deberían saber” y abogan por la incorporación de cursos de metodología y filosofía de la ciencia en la formación de los mentores. Esta perspectiva no ha logrado dar cuenta de la relación de las ideas sobre la ciencia de los profesores con la práctica pedagógica y ha limitado la posibilidad de caracterizar la diversidad y complejidad de tales ideas. Otros estudios han asumido que lo que los profesores saben acerca de la ciencia es un tipo de conocimiento articulado, estable y

generalizable —por ejemplo, Serhat Irez (2006) y S. Y. Liu y Norman G. Lederman (2007)—, al explorar las ideas de los profesores mediante preguntas abiertas y generales que demandan respuestas articuladas y descontextualizadas. Si bien este tipo de estudios ha avanzado al describir que las concepciones de los profesores sobre la ciencia y los procedimientos científicos son eclécticas y multifacéticas, no han logrado establecer su relevancia pedagógica en la práctica concreta del aula de ciencias. Más recientemente, en algunos trabajos se ha adoptado una perspectiva de cognición situada sobre las concepciones de los profesores en temas más específicos relacionados con los procedimientos científicos, como la evidencia en situaciones de medición y experimentación (Taylor, J. y T. Dana, 2003), o bien procesos de indagación científica y su aplicación en el aula de ciencias (Windschitl, M., 2004). Este tipo de estudios ha generado ricas descripciones sobre el entendimiento complejo que los profesores despliegan en el diseño de experimentos, la identificación de variables, procedimientos científicos como observación y análisis de datos. Ha mostrado tanto fortalezas como debilidades de los profesores y señalado aspectos con-

cretos en que los aquéllos pueden desarrollar conocimientos y habilidades pedagógicas.

En este trabajo se retomó la postura de R. Driver et al. (1996), cuando sostienen que tanto los profesores como los estudiantes suelen desarrollar un repertorio de representaciones mentales acerca de las ciencias a partir de su exposición a imágenes de la ciencia y los científicos en sus contextos culturales y de mensajes, tanto implícitos como explícitos, en la educación formal. La diversidad o la estrechez de este repertorio de ideas en el caso de los profesores puede constituir, respectivamente, un apoyo o una limitación cuando se trata de introducir a niños y jóvenes al mundo de las ciencias. Partiendo de que los saberes de los profesores son altamente situados, es decir no son independientes del contexto en que se usan (Brown, J., A. Collins y P. Duguid, 1989), este estudio exploró las representaciones o concepciones de profesores de secundaria acerca de “procedimientos científicos” desde una perspectiva cualitativa y exploratoria. Las finalidades de este estudio fueron:

1. Identificar, en el contexto de una situación pedagógica hipotética, el repertorio de representaciones acerca de los procedimientos científicos que despliegan los docentes de secundaria.
2. Caracterizar cualitativamente tales representaciones.

Aproximación metodológica y participantes

Se realizó un estudio que combinó tanto cuestionarios de lápiz y papel como entrevistas en el que participaron 16 docentes en servicio de cinco escuelas secundarias públicas ubicadas en los municipios de Apodaca y Guadalupe en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), Nuevo León. Los profesores impartían Ciencias I, correspondiente al primer año del ciclo de educación secundaria. Por lo tanto, estos profesores atendían estudiantes de entre 12 y 13 años de edad. En cuanto a su formación inicial, nueve profesores eran egresados de escuelas formadoras de profesores y habían estudiado una licenciatura en educación secundaria con especialidad en Biología. Seis profesores eran egresados de carreras científicas universita-

rias como Biología, Odontología y Químico-Farmaco-Biología. Ningún profesor había recibido cursos especializados relacionados con la indagación científica y la enseñanza de procedimientos científicos como parte de su formación inicial o en servicio. La experiencia docente de los profesores era de entre cuatro y 18 años. Todos los participantes estaban familiarizados con el documento curricular oficial, los contenidos de la asignatura Ciencias I y el enfoque pedagógico que incluye planteamientos relacionados con los procedimientos científicos.

La muestra de participantes se conformó de manera intencional a partir de una lista de escuelas proporcionada por las autoridades

educativas locales y mediante una invitación personal a los profesores para participar de manera voluntaria.

A fin de ofrecer un contexto común y relevante a todos los participantes, se empleó un cuestionario especialmente diseñado para este estudio, que incluyó un “escenario pedagógico”: la descripción de una situación hipotética que sirvió de marco de referencia a las respuestas de los participantes. El escenario planteaba ocho acciones distintas y le solicitaba al docente señalar cuáles seleccionaría como ejemplos para incluirlos en una clase sobre procedimientos científicos y sus razones para hacerlo (ver tabla 1).

Tabla 1. Escenario pedagógico presentado por escrito a los docentes

Preparando una lección...
Imagine que está preparando una lección para un grupo de primer grado en la que quiere ejemplificar a sus alumnos algunos procedimientos científicos. Usted encuentra las siguientes descripciones en un material didáctico:
I. Una persona está observando cuidadosamente diferentes insectos y arácnidos con una lupa.
II. Una persona está dando tabletas contra el dolor a un grupo de personas que padecen dolores de espalda y tabletas de azúcar a un grupo similar para ver cuál reporta mayores mejoras.
III. Una persona está agregando rebanadas de papa a una sopa salada para ver si es cierto que la papa absorbe la sal.

IV. Una persona está comparando el tamaño de las semillas de café de la cosecha de este año y del año pasado.
V. Una persona está viendo un programa de televisión acerca de los volcanes más grandes del mundo y su actividad.
VI. Una persona está sugiriendo que una planta se volvió amarilla porque la falta de luz solar impidió la elaboración de clorofila.
VII. Una persona está haciendo una prueba para ver si el helado se derrite más rápido en un recipiente metálico o en uno de plástico.
VIII. Una persona está argumentando, con base en su experiencia, que las úlceras son causadas por un microorganismo y no por el estrés.
Reflexione acerca de las siguientes preguntas:
En su opinión, ¿cuáles de las descripciones implican el uso de un procedimiento científico? ¿Por qué?
¿Cuáles de las descripciones presentaría usted a sus alumnos para ejemplificar el uso de procedimientos científicos? ¿Por qué?

Los antecedentes de esta aproximación metodológica pueden ser encontrados en estudios que evalúan el pensamiento de estudiantes (Driver, R. et al., 1996) y de docentes (Nott, M. y J. Wellington, 1996; Taylor, J. y T. Dana, 2003; Windschitl, M., 2004) sobre distintos aspectos del mundo de las ciencias. La descripción del escenario pedagógico, algunas preguntas iniciales escritas y una agenda de entrevista semiestructurada fueron elaboradas y refinadas en un proceso que incluyó tanto pruebas con docentes como una revisión externa por parte de investigadores no involucrados directamente en el estudio.

Durante la fase de recolección de datos se distinguieron tres momentos: la presentación por escrito del escenario pedagógico; la aplicación inmediata del cuestionario asociado; y la realización posterior de una entrevista individual semiestructurada para explorar en detalle las ideas de cada docente, incorporando y extendiendo sus respuestas iniciales escritas.

Las entrevistas fueron audiogradas y transcritas para su análisis posterior. En una primera etapa, los datos se enfocaron con una aproximación ideográfica para derivar categorías de análisis a partir del contenido mismo del discurso de los docentes. Tal aproximación se con-

sideró coherente con la perspectiva de cognición situada. También se prestó atención a las relaciones entre las representaciones de los docentes sobre los procedimientos científicos y las intenciones del currículo oficial que se determinaron en el análisis documental previo.

El análisis cualitativo de las transcripciones de las entrevistas consistió en obtener una serie inicial de categorías derivadas de las mismas respuestas de los docentes. Esto se realizó mediante la comparación sistemática de las respuestas de distintos docentes para identificar diferencias y similitudes de contenido. Las unidades de análisis fueron oraciones o grupos de oraciones que fueron codificados y recodificados varias veces con ayuda de NVivo 7.0, un software diseñado para administrar y apoyar el proceso de análisis cualitativo.

Las categorías iniciales fueron formuladas por una codificadora en un proceso reiterativo basado en un análisis línea por línea. Un segundo codificador fue involucrado en un proceso de 'codificación ciega' — *blind coding*— para establecer la validez del esquema de codificación. El segundo codificador tuvo acceso a las descripciones de los códigos de análisis y a tres entrevistas transcritas, pero no sabía qué códigos había aplicado en

cada caso la primera codificadora. Se obtuvo un índice de consistencia entre codificadores de 0.79 al dividir el número de acuerdos entre el número de acuerdos y desacuerdos de codificación como lo sugieren Mathews B. Miles y A. Michael Huberman (1994: 64). Este indicador señaló que ambos codificadores, trabajando independientemente, aplicaron a *grosso modo* las mismas categorías a los mismos segmentos de las transcripciones y atribuyeron significados similares a las respuestas de los profesores. Posteriormente, los desacuerdos de codificación entre los codificadores se aprovecharon para mejorar las definiciones ambiguas de algunas categorías de análisis, algunas se agruparon y otras dieron origen a nuevas categorías. Este proceso permitió que el esquema de codificación final tuviera mayor consistencia interna. El análisis descriptivo permitió la identificación de algunas regularidades y patrones de respuesta.

Resultados

En el análisis cualitativo de las transcripciones de entrevistas se identificó un total de 21 categorías distintas (ver tabla 2). Las categorías identificadas sugieren que para

seleccionar las acciones que desde su punto de vista involucraban un procedimiento científico, los docentes aplicaron consistentemente los criterios de ‘dominio percibido’ —científico o no científico— y de ‘propósito percibido’ —investigativo, no-investigativo—.

Tabla 2. Una caracterización inicial de las representaciones docentes sobre los procedimientos científicos

CATEGORIAS DE CODIFICACIÓN		Número de docentes	Frecuencia de codificación
Dominio percibido de la actividad y persona involucrada	Dominio científico (Sí)		
	• Ciencia escolar	7	10
	• Ciencia profesional	4	7
	• Ciencia en contexto cotidiano	3	8
	• Ciencia en contexto impersonal	3	3
	Dominio no científico (No, No sé)		
	• No se aplica conocimiento científico	5	8
	• No se aplica un procedimiento científico	3	17
Propósito de la actividad	Propósito investigativo (Sí)		
	• Obtener información útil	6	6
	• Evaluar una idea	5	13
	• Saber algo nuevo	2	2
	Propósito no investigativo (No/No sé)		
	• El resultado ya se sabe	2	2
	• Cuestión de opinión o experiencia individual	5	15
	• No tiene un propósito claro	3	6

Aspectos procedimentales	Procedimiento científico involucrado		
	• Observar en detalle	8	10
	• Comparar algo en distintas condiciones	4	4
	• Identificar un mecanismo o proceso	4	5
	• Poner a prueba una idea	5	8
	• Aplicar conocimiento	2	4
	Rasgos de la actividad científica		
	• Método científico estándar	8	8
	• Diversidad de procedimientos	2	2
	• Proceso integral	2	7
	• Pasos independientes	7	8

Es decir, cuando las respuestas y sus justificaciones aludían a un dominio científico, los docentes hicieron referencia al uso de procedimientos científicos tanto en contextos profesionales, cotidianos o impersonales, pero predominantemente en el salón de clases, como se ilustra a continuación:

[Si se trata de un procedimiento científica porque...] si yo traigo aquí una plantita amarilla, les digo miren, esta planta se volvió amarilla, ¿por qué creen ustedes? Entonces como ellos no tienen idea de por qué se hizo amarilla... Puede ser que a la mejor uno diga porque no tenía bastante tierra, otro porque se le puso bastante agua a la mejor, o le faltó agua o le faltó tierra [Q3a-12B-24].

Cuando juzgaron que no estaba en juego un procedimiento científico, las respuestas de los docentes sugirieron que no se trataba de nada científico, ya que no se aplicaban conocimientos o habilidades de este tipo. El siguiente es un ejemplo de esta categoría de respuesta:

[No implica necesariamente un procedimiento científico por que...] si dice nada más observo [insectos y arácnidos], ¿cuál es el procedimiento? Nada más observar y hasta ahí te quedas. O sea, ¿dónde queda la información?, ¿dónde queda el conocimiento?, ¿para qué te sirve observar?, ¿o para qué las ves?, ¿o quién te dijo que las vieras? Si es que lo tienes que hacer por un trabajo escolar... Mínimo

debes de saber algo, o lo estás haciendo ya sobre alguna intencionalidad [Q2a-1B-3].

Sin embargo, fue evidente la tendencia de los profesores a considerar todas las descripciones como la aplicación de algún procedimiento científico. Cuando los docentes repararon en el propósito de la actividad para argumentar si se trataba o no de la aplicación de un procedimiento científico, hicieron una distinción clara entre propósitos investigativos y no investigativos. A nivel colectivo, tendieron a enfatizar el obtener información útil y práctica como un propósito investigativo, y en menor medida mencionaron el evaluar la validez de ideas o llegar a saber algo novedoso.

Si bien las respuestas de los docentes sugirieron que en las descripciones provistas percibían al menos cinco distintos procedimientos — observar en detalle; comparar algo en distintas condiciones; identificar un mecanismo o proceso; poner a prueba una idea; y aplicar conocimiento—, la “observación” fue el procedimiento más mencionado. De manera similar, la mitad de los participantes se refirió al método científico como una forma de aplicación de los procedimientos científicos que todo mundo debe seguir, incluidos los científicos.

Deben utilizar los pasos del método, porque sin estos pasos no podrían llegar a lo que persiguen, para eso son pasos, uno tiene que seguirlos [Q6-3B-38].

El uso de conocimientos disciplinarios para ilustrar sus respuestas y las justificaciones de las mismas fue infrecuente y limitado en rango. Esto revela, como una situación común al grupo de entrevistados, la falta de un repertorio básico de ejemplos, temas y contextos asociados a los procedimientos científicos que probablemente resultaría de gran apoyo para abordarlos explícitamente en el salón de clases. En este sentido, el uso de episodios históricos podría aportar ejemplos de procedimientos científicos que aporten apoyo a los profesores. Tales episodios podrían incorporarse en las estrategias de formación docente y en materiales educativos.

Las referencias a los “pasos” del “método científico” fueron muy comunes en las transcripciones de las entrevistas. Los docentes frecuentemente tuvieron dificultades para enlistar los “pasos” del método que decían haber aprendido en la escuela o bien durante su formación inicial como profesores. Sin embargo, mencionaron distintas acciones prototípicas involucradas en el trabajo científico: observar,

comparar, hacer experimentos, etcétera. Algunas descripciones incluidas en el escenario pedagógico fueron percibidas como si representaran una o dos de tales acciones y, en consecuencia, fueron consideradas como ejemplos de procedimientos científicos.

Haciendo una conexión entre las representaciones de los docentes sobre los procedimientos científicos y los aspectos pedagógicos asociados a su tratamiento en el aula, tales procedimientos fueron concebidos por los docentes participantes como acciones motoras más que como actividad intelectual, como acciones asistemáticas y desagregadas que no necesariamente se orientan por aspectos teóricos, marcos de referencia o propósitos específicos. Esta representación compartida contrasta con la perspectiva adoptada en los programas de estudio oficiales relacionados con la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria pública. Tales programas abogan por presentar la actividad científica como una labor que involucra la práctica de distintas habilidades intelectuales y procedimentales complementarias e interrelacionadas con fines particulares; e insiste en contrarrestar la idea de “un” método científico rígido, secuencial o estándar. La expectativa de

comunicar tales mensajes en las clases de Ciencias en educación secundaria resulta idealista, por decir lo menos, dado el tipo de representaciones que comparten los docentes sobre los procedimientos científicos y las pocas oportunidades que tienen para desarrollarlas ellos mismos durante sus experiencias de formación y actualización. Teniendo en cuenta las representaciones caracterizadas en este estudio, es tentador especular que los docentes tenderían a abordar los procedimientos científicos como una serie de acciones mecánicas independientes del contexto o tema a investigar. Un aspecto sobresaliente fue también la falta de reconocimiento acerca de la presencia del tema “procedimientos científicos” en el enfoque pedagógico de Ciencias como asignatura. El repertorio de representaciones acerca de los procedimientos científicos que han desarrollado los docentes de secundaria participantes en este estudio, tiende a reflejar algunas sobresimplificaciones que probablemente dificulten una socialización y práctica genuina de procedimientos científicos en el contexto escolar.

En resumen, puede decirse que, en un plano colectivo, las respuestas de los docentes fueron multifacéticas y aunque fueron prominen-

tes las respuestas que aludían al “método científico” como una imagen estereotípica, se presentó también un rango de respuestas que varió en elaboración —extensión, vocabulario y argumentación— y contextualización —inclusión de ejemplos y referencias a personas y espacios concretos—.

Discusión e implicaciones

Este estudio estuvo enfocado solo en las representaciones docentes de los procedimientos científicos. Se trata de un intento por abordar este tema desde una perspectiva cualitativa interesada en lo que los docentes dicen y cómo lo dicen, es decir, en su discurso como un medio para acceder a los contenidos y las formas de su pensamiento. Es también un intento de complementar la información que han aportado otros estudios que exploran concepciones docentes asociadas a la naturaleza de las ciencias y que han usado escalas y cuestionarios con preguntas con formato de respuesta restringido —por ejemplo, Kimball, M. E. (1968); Buapharan, K. (2011)— que nos indican qué contestan los profesores, pero no porqué lo hacen de una forma específica, ni dan pista alguna sobre la relevancia pedagógica de

sus ideas. Parece reportar mayor provecho la perspectiva de reconocer la naturaleza situada de las representaciones de los profesores sobre los procedimientos científicos que proponen autores como Joseph A. Taylor y Thomas M. Dana (2003) y Mark Windschitl (2004). Este estudio por tanto adoptó una perspectiva situada y solo puede proveer una caracterización inicial de las representaciones docentes sobre los procedimientos científicos, a partir de la cual es posible adelantar algunas hipótesis sobre el razonamiento y la práctica pedagógicos. La caracterización obtenida constituye una base para estudios posteriores, e indica que ciertas representaciones compartidas entre los docentes tienen el potencial de interferir con las expectativas del currículum oficial y su discurso retórico pedagógico, o al menos convertirse en elementos para su reinterpretación.

El análisis del documento curricular oficial confirma la presencia de mensajes relacionados con la promoción de procedimientos científicos y de su tratamiento como un tema a abordar de manera explícita. Su presencia implica que los docentes ya encuentran el tema de procedimientos científicos en su práctica diaria y que tienen varias posibilidades: abordarlo,

reinterpretarlo o evitarlo. Si estudios posteriores demuestran que las representaciones sobre procedimientos científicos prevalecen a una escala mayor, una implicación posible sería que los programas de formación de docentes de secundaria se beneficiarían al propiciar el reconocimiento de la diversidad de los procedimientos científicos y de las estrategias usadas en los ámbitos profesionales de las ciencias experimentales y de una actividad científica escolar, así como el reconocimiento de propósitos específicos, marcos de referencia y estrategias metodológicas como rasgos distintivos de la práctica científica. La incorporación sistemática de episodios históricos de la ciencia podría apoyar fuertemente la formación de profesores en este sentido.

El currículo oficial solo establece recomendaciones amplias para la enseñanza. En la práctica, el currículo real depende en gran medida, aunque no totalmente, de los conocimientos y habilidades pedagógicas de los profesores. Ciertamente las actitudes y otros factores contextuales —por ejemplo, materiales didácticos, procesos de evaluación, etcétera— son también importantes, aunque no fueron el foco de atención de este estudio. Sin embargo, todo ello aporta una

descripción y un análisis inicial de la base de ideas acerca de los procedimientos científicos que poseen los docentes basados en datos empíricos, y provee algunas claves acerca de las ideas en las cuales los profesores se apoyan para responder a innovaciones educativas relacionadas y de los mensajes que probablemente se comunican en el aula en relación con ellas.

Cualquier esfuerzo serio por introducir aspectos sobre la naturaleza de la ciencia en la escuela necesita un mínimo de reconocimiento de las diferencias metodológicas y conceptuales entre disciplinas científicas y la presentación más multifacética y menos totalitaria de la naturaleza de la ciencia como una labor cognitiva y humana (Jenkins, E., 1996). Por tal razón, es importante reconocer la existencia de repertorios de ideas restringidos acerca de los científicos y su trabajo y la necesidad de clarificar y hacer más explícitas las intenciones del currículum oficial en este tema.

Un objetivo realista en esta área debería considerar la excesiva carga curricular y la falta de una formación científica robusta de la mayoría de los profesores. Se requiere cierta claridad en la expresión de intenciones y una mejor definición de los objetivos de aprendizaje. La

aparición de una preocupación por comunicar ideas acerca del mundo de la ciencia a través de la ciencia escolar implica que los profesores están lidiando ya con estos temas. La forma en que los profesores responden a las expectativas del currículo oficial de educación secundaria en relación con estos asuntos aún no está lo suficientemente estudiado tanto en México como en otros países. Aún hay espacio para reflexionar y explorar a fondo sobre cómo enseñar y aprender acerca de la naturaleza de la ciencia puede tener lugar en la escuela secundaria, su justificación, posibles resultados y retos.

Bibliografías

- Brown, John, Allan Collins y Paul Duguid, 1998, "Situated Cognition and the Culture of Learning", *Educational Researcher*, 18(1), pp. 32-42.
- Buapharan, K., 2011, "Pre-service Physics Teachers' Conceptions of the Nature of Science", *US-China Education Review*, 8(2), pp. 137-148.
- Chen, Sufen, 2006, "Development of an Instrument to Assess Views on Nature of Science and Attitudes toward Teaching Science", *Science Education*, 90(5), pp. 803- 819.
- Driver, R., J. Leach, R. Millar y P. Scott, 1996, *Young People Images of Science*, Buckingham (UK), Open University Press.
- Irez, Serhat, 2006, "Are We Prepared?: An Assessment of Preservice Science Teacher Educators' Beliefs about the Nature of Science", *Science Education*, 90 (6), pp. 1113-1143.
- Jenkins, E., 1996, "The 'Nature of Science' as a Curriculum Component", *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), pp. 137-150.
- Kimball, M. E., 1968, "Understanding the Nature of Science: A Comparison of Scientists and Science Teachers", *Journal of Research in Science Teaching*, 5(2), pp. 110-120.
- Lederman, Norman G., 1992, "Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research", *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), pp. 331-359.
- Lederman, Norman G., Philip D. Wade y Randy L. Bell, 1998, "Assessing the Nature of Science: What is the Nature of our Assessments?", *Science & Education*, 7(6), pp. 595-615.
- Liu, S. Y., y Norman G. Lederman, 2007, "Exploring Prospective Teachers' Worldviews and Conceptions of Nature of Science", *International Journal of Science Education*, 29(10), 1281-1307.
- Miles, Mathews B., y A. Michael Huberman, 1994, *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*, Thousand Oaks (California), Sage.
- Nott, Mick y Jerry Wellington, 1996, "Probing Teachers' Views of the Nature of Science: How Should We Do it and Where Should We Be Looking", en G. Welford, J. Osborne y P. Scott, *Research in science Education in Europe: Current Issues and Themes*, Londres, Falmer Press, pp. 283-295.
- Schwartz, R. S. y Norman G. Lederman, 2002, "It's the Nature of the Beast': The Influence of Knowledge and Intentions on Learning and Teaching Nature of Science", *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), pp. 205-236.
- Secretaría de Educación Pública (2006). *Educación Básica. Secundaria. Ciencias. Programas de Estudio*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (2009). *Reforma Integral de la Educación Básica. Planes y programas de estudio*. México: SEP
- Secretaría de Educación Pública, 2011, *Programa de estudio del 2011. Guía para el maestro*, Educación Básica Secundaria, Ciencias, México, Secretaría de Educación Pública.
- Taylor, Joseph A., y Thomas M. Dana, 2003, "Secondary School Physics Teachers' Con-

- ceptions of Scientific Evidence: An Exploratory Case Study”, *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), pp. 721-736.
- Windschitl, Mark, 2004, “Folk Theories of ‘Inquiry’: How Preservice Teachers Reproduce the Discourse and Practices of an Atheoretical Scientific Method”, *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), pp. 481-512.
- Zeidler, Dana L. y Norman G. Lederman, 1989, “The Effect of Teachers’ Language on Students’ Conceptions of the Nature of Science”, *Journal of Research in Science Teaching*, 26(9), pp. 771-783.

Recibido: 10 de octubre de 2015

Aceptado: 30 de octubre de 2015