

## **EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES**

### *Visión actualizada del campo*

ÁNGEL D. LÓPEZ Y MOTA

#### **Introducción**

Este documento se ha podido redactar gracias a la respuesta lograda por la convocatoria a participar en esta sección temática de la revista: “Educación en ciencias naturales”. El propósito de la invitación consistió en prolongar, de alguna manera, el ejercicio de acopio de investigaciones en el campo realizadas con posterioridad a la publicación, en 2003, de los estados de conocimiento, llevada al cabo por el Consejo Mexicano de Investigación Educativa. Así, la convocatoria se basó en la descripción del campo de conocimiento desarrollado en el libro dedicado a la “Educación en ciencias naturales” (López y Mota, 2003). De esta manera, será posible –a mediano plazo– establecer comparaciones entre el volumen referido y este texto, en lo que respecta a temáticas abordadas de investigación y su tratamiento, así como la envergadura de este naciente –pero pujante– campo.

La respuesta a la convocatoria fue muy nutrida, lo que nos llevó a extender el tratamiento temático de uno a dos números de la revista (30 y 31). La mayoría de los artículos provinieron de la convocatoria abierta, sin embargo, se consideró pertinente invitar a connotados investigadores del extranjero para cubrir algunas temáticas que han permanecido sin mayor tratamiento en nuestro país.

Asimismo, en el estado de conocimiento referido se avanzó una definición tentativa del campo que aquí nos concierne, con objeto de ir estructurando y ponderando los esfuerzos de investigación realizados. Ahí se dio cuenta de lo que hasta el momento se había podido “ventilar” entre quienes

colaboramos en la realización de los estados de conocimiento mencionados. Ahora, en este documento, nos encontramos con elementos conceptuales nuevos (Duit, 2006),<sup>1</sup> que también nos permitirán establecer cotejos entre las representaciones del campo utilizadas en ambos documentos y poder, así, contribuir a una reconceptualización de la naturaleza, delimitación y cobertura del campo de conocimiento en cuestión.

El hecho de organizar y analizar los artículos temáticos incluidos en estos dos números de la revista como expresión de la producción en el campo –después del proceso de dictaminación–, de acuerdo con la manera de concebirlo por Duit, no obsta para que los lectores puedan analizarlos de manera independiente y valorarlos en sí mismos.

Este texto incluye, también, una descripción individualizada y organizada en temáticas de los artículos de investigación incluidos en esta sección de la revista, así como los colocados en la del número siguiente. Ello permitirá apreciar el tipo de contribuciones que actualmente genera el campo y obtener una visión estratégica de su producción. El modelo de reconstrucción presentado en esta sección –trabajo escrito expresamente para ella– por Reinders Duit posibilita contar con esta visualización.

De tal manera, primero revisaremos diferentes conceptualizaciones del campo que se han desarrollado en nuestro país hasta llegar al modelo de reconstrucción educativa propuesto por Duit, donde se aportarán los elementos analíticos –a partir de este último– para organizar las temáticas de investigación contenidas en estos dos números de la revista y ofrecer una visión más estratégica de la producción científica en el campo. Después, ya planteados los elementos analíticos referidos, presentaremos la organización temática de los números 30 y 31 de la revista, además del análisis de la producción en el campo con la ayuda del modelo de Duit. Con ello se estará en posición de realizar algunos comentarios a manera de conclusiones.

### **Conceptualización del campo**

En México, la conceptualización del campo de investigación de la “Educación en ciencias naturales” inició prácticamente con la elaboración del estado de conocimiento 1992-2002 (López y Mota, 2003) ya mencionado; esto es así, ya que en el correspondiente a 1982-1992 (León, 1995) no se aportó expresamente a la delimitación del objeto de estudio, si bien desde entonces la producción científica en el campo se organizó alrededor de temáticas.

Sin embargo, puede identificarse un documento posterior al estado de conocimiento 1982-1992, coordinado por Isabel León, pero previo –casi simultáneo– al correspondiente a 1992-2002, que ya proporcionaba algunos elementos para esta conceptualización, al considerar a la “didáctica de las ciencias” como un campo propio de estudio (López y Mota y Waldegg, 2002), a partir de considerar dos tradiciones distintas –la anglosajona y la francesa– de pensar la investigación educativa en este campo.

También se hará una referencia al VIII Congreso Nacional de Investigación Educativa, en particular a la conferencia magistral de Eduardo Weiss impartida en ese contexto, y que tiene que ver con la conformación de los campos dentro del más amplio espectro, el de la investigación educativa.

De esta manera, seguiremos la ruta de documentos mencionada, hasta alcanzar la conceptualización y delimitación del objeto de estudio del campo elaborado por Reinders Duit y que será presentado en el apartado posterior.

### Antecedentes en México

La preocupación por delimitar el campo de conocimiento que nos concierne es de muy reciente factura en México. En realidad, esta preocupación ha buscado ser satisfecha a partir de la elaboración de los estados del conocimiento mencionados, ya que ha enfrentado a la comunidad interesada con la necesidad de contar con una identidad. Ésta debiera permitirnos agrupar intereses, colaborar y debatir con los colegas, así como conformar productos de investigación –con ciertos estándares de exigencia– que nos permitan avanzar en la descripción y explicación de fenómenos educativos que nos conciernen, y colaborar en la transformación de la formación científica de nuestro país.

Sin embargo, en el ámbito internacional, pueden identificarse algunos esfuerzos en la conformación del campo anteriores a las inquietudes mostradas en México. Algunos corresponden a la corriente francesa (Giordan, 1989; Astolfi y Develay, 1996) y otros a la forma anglosajona de considerar al campo (Sjøberg, 1996; Jenkins, 2000).

### *Estado del conocimiento 1982-1992*

El arranque por sistematizar el campo de investigación corresponde a la coordinación de los trabajos para reportar su producción científica durante la década 1982-1992, que ejerció Isabel León (1995). En esa ocasión, como ya se dijo, no se abordó explícitamente la cuestión de la delimitación del

objeto de estudio. Sin embargo, se establecieron “ámbitos de búsqueda” que permitieron agrupar los productos de la investigación en el campo —en aquél entonces denominado de la “enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales”— en: “estudios sobre el profesor”, “estudios sobre el alumno”, “estudios sobre el contenido”, “metodologías de enseñanza” y “materiales instruccionales y condiciones de trabajo”. Esta clasificación, si bien funcional para organizar los resultados, carecía de una estructuración y orientación que permitieran considerar de una forma más estratégica las temáticas, ya que presenta una clara alusión a elementos que intervienen en la conformación y desarrollo del currículo; pero aún alejada de referentes teóricos claros —todavía destaca, en una caracterización “pedagógica” del trabajo en clase con los alumnos, una “metodología de enseñanza”.

### *Planteamiento preliminar*

El trabajo mencionado de López y Mota y Waldegg (2002) ofrece buenas razones acerca de las limitaciones que ofrecen ciertas aproximaciones a la delimitación del campo y calificarlas de “simplistas”: “basta con conocer y organizar bien los *contenidos científicos*”, “es suficiente con conocer bien los *procesos psicológicos*”, “sólo hay que elaborar normas, reglas de comportamiento del *profesor* o desarrollar métodos para que la práctica docente mejore”.<sup>2</sup> Aquí puede identificarse claramente —como sucedía con Isabel León— la famosa triada “contenidos”, “profesor” y “alumnos”, manejada por manuales de didáctica basados en principios pedagógicos de carácter normativo. Sin embargo, este trabajo no arriesgaba un aserto concreto y se limitaba a señalar la presencia de dos posturas: la anglosajona<sup>3</sup> y la francesa.<sup>4</sup> La primera posición es vista como un conjunto amplio de temáticas —no circunscritas al proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula—, pero sin una clara articulación y con un propósito a veces algo lejano de la transformación de la realidad educativa. La segunda presenta una finalidad muy clara de modificar lo que acontece en las aulas de clase y un sustento muy preciso en las características cognitivas del que aprende, pero se circunscribe, en gran medida, a lo sucedido en el ámbito áulico; además de que esta posición incide, de alguna manera, en el modelo de reconstrucción desarrollado por Duit, mediante la idea de la “transposición didáctica”.

### *Estado del conocimiento 1992-2002*

En el estado del conocimiento correspondiente al periodo 1992-2002 (López y Mota, 2003), ya puede encontrarse en el texto una aproximación más

cercana a una toma de posición, aunque con todas las reservas del caso y sujeta a un debate más amplio. Ello se hizo con el propósito de brindar una respuesta a la pregunta de cuál es el objeto de estudio de este campo del conocimiento. Así, se utilizó la siguiente definición:

Estudios que permitan, en perspectiva, mejorar la enseñanza de las ciencias naturales –física, química, biología– y su aprendizaje en individuos –alumnos, futuros docentes– y grupos escolares y en diversos niveles educativos, a partir de considerar los procesos cognitivos de representación de los alumnos relativos a la adquisición y desarrollo de conceptos, habilidades y actitudes de los estudiantes y su repercusión en distintos aspectos de la educación –currículo: como estructura y como proceso, formación y actualización de profesores, gestión escolar, tecnología educativa, evaluación del aprendizaje, diferencias étnicas y de género, entre otros aspectos–, desde perspectivas teóricas y metodológicas diversas que se nutren de tradiciones identificadas de investigación (López y Mota, 2003:363).

En esta toma de postura pueden observarse varios rasgos: existe la pretensión, desde el inicio, de que las investigaciones ayuden eventualmente a modificar un estado educativo de cosas, no se limita a los fenómenos que ocurren dentro de un salón de clase y adopta una posición básicamente constructivista del conocimiento, si bien está abierta a distintas perspectivas teóricas y metodológicas dentro de este compromiso epistemológico.

Respecto de los ámbitos de búsqueda, las investigaciones revisadas fueron organizadas en las siguientes temáticas: “currículo como estructura y como proceso”, “aprendizaje, teorías, historia y filosofía de la ciencia” y “ambientes de aprendizaje, evaluación y equidad”; aunque quedaron desiertas algunas de ellas, principalmente, “formación y actualización de profesores” y “tecnología educativa”. Si bien esta organización temática permite obtener una sistematización amplia de las investigaciones en el campo carece, por otra parte, de un propósito que permita articularlas de una manera más coherente con respecto a la transformación de ese estado educativo de cosas.

### *VIII Congreso Nacional de Investigación Educativa*

La discusión de los “campos” o “terrenos” de investigación introducida por Eduardo Weiss en la conferencia de cierre del VIII Congreso Nacional de Investigación Educativa tiene aquí alguna pertinencia, ya que en nuestro

campo de investigación<sup>5</sup> también se ha presentado la tendencia a incorporar el criterio anglosajón sobre la educación –*field of studies*– y verse expresado como una agrupación amplia de temáticas –no restringidas a la de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en las aulas–. Lo anterior queda muy bien expresado cuando Weiss (2006:346) afirma:

Dentro de los campos hubo cambios, como a veces lo revelan las mismas formulaciones de nombres. Por ejemplo, las didácticas especiales no quieren restringirse a procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula sino que abarcan aspectos curriculares e institucionales, así como procesos extraescolares, al llamarse ahora *Educación en ciencias naturales o en matemáticas*.

A pesar de que el campo refleja ahora riqueza de temáticas, aún carece de un diseño en forma de modelo que obligue a considerar las temáticas de manera articulada. Una forma de lograr tal articulación temática es a partir de formular un modelo para el campo que implique su conceptualización, así como el establecimiento de propósitos muy claros para el desarrollo de la actividad investigativa. Este modelo todavía está por construirse en nuestro país, sin embargo, ya empiezan a desarrollarse en otras latitudes. Un caso es el de Duit que aquí se esboza y, más adelante, se presenta de manera completa, en forma de artículo.

Con objeto de realizar un ejercicio analítico –todavía restringido en su envergadura– de las investigaciones producidas en el campo, se tomaron como ejemplo las ponencias presentadas al respecto durante el VIII Congreso Nacional de Investigación Educativa y se publicó un texto como resultado de un seminario realizado en el Colegio de San Luis (López y Mota, 2006). Este ejercicio está basado en las categorías analíticas desprendidas del modelo de Duit y sirve como exploración de las posibilidades de guiar los esfuerzos de investigación. Esto no quiere decir que se deba adoptar necesariamente por la comunidad mexicana de investigadores, pero sí ofrece algunos elementos valiosos para su consideración en la construcción de nuestro propio modelo.

### **El modelo de reconstrucción educativa (Duit, 2006)**

El texto completo del artículo de Duit se encuentra en este mismo número de la revista, aquí simplemente se le esboza.

## Supuestos principales

El modelo de reconstrucción educativa que el profesor Reinders Duit nos presenta en su artículo –invitado– está pensado para “proporciona[r] un marco de referencia para la concepción de la investigación en educación de las ciencias [...]”, cuestión que ha guiado los esfuerzos señalados anteriormente en este texto. Algunas de las ventajas que brinda su planteamiento consisten en:

[...] ofrecer una visión más profunda de la naturaleza interdisciplinaria de la investigación en educación en ciencia de lo que había sido esbozado hasta ahora. Este modelo ha sido desarrollado como un marco teórico para diversos estudios que muestran hasta dónde es posible y vale la pena enseñar dominios particulares de las ciencias.

En este sentido, el modelo considera como disciplinas coadyuvantes a: la “ciencia”, la “filosofía y la historia de la ciencia”, la “psicología” y la “pedagogía”, así como la “lingüística”, la “antropología”, la “sociología” y la “ética”. Con ello se logra un modelo amplio –más allá de lo didáctico como una metodología de enseñanza–, rico en aportaciones teóricas –no sólo circunscrito a la psicología y a la pedagogía– y crítico –en el sentido de poner en tela de juicio la enseñanza de los contenidos científicos.<sup>6</sup>

## Categorías analíticas para organizar el conocimiento

El modelo en cuestión considera tres elementos principales: el “análisis de la estructura del contenido”, la “investigación en enseñanza y aprendizaje” y el “desarrollo y evaluación de la instrucción”. Éste no está basado en la idea norteamericana de “entrenamiento” (*training*), sino en la idea alemana de *Bildung* (“formación”) y de *Didaktik* (“proceso analítico que consiste en transponer (o transformar) el conocimiento humano (la herencia cultural) como conocimiento disciplinario específico en conocimiento apto para ser enseñado y capaz de contribuir a la formación arriba mencionada (la *Bildung*) de los jóvenes”.

A partir de ello, Duit establece cuatro ámbitos para la investigación educativa en el campo: *a) el análisis de la estructura de los contenidos, b) la investigación sobre enseñanza y aprendizaje, c) el desarrollo y la evaluación de la enseñanza y d) la investigación sobre cuestiones curriculares y sobre*

*políticas para la enseñanza de las ciencias.* Con base en estos ámbitos, es posible desarrollar una categorización de temáticas asociadas con ellos –ejercicio que se muestra más adelante– y que pueden ofrecer una visión más estratégica de la investigación en este campo.

### **Aportaciones**

El modelo brevemente descrito aquí tiene varias virtudes, entre ellas, una consiste en poder organizar los productos de investigación, ya sea en forma de artículos, ponencias o reportes. Esta característica será aprovechada en este documento y permitirá una visión ordenada de los artículos aprobados y de aquellos que se escribieron a solicitud expresa.

Las otras probidades del modelo serán expuestas en un apartado posterior, donde se pondrá a prueba su capacidad de brindar información estratégica de la producción científica en este campo, a través de un ejercicio analítico de tal “manufactura”.

### **Organización temática de los artículos**

En este apartado se desglosan las temáticas de los artículos correspondientes a cada uno de los dos números que abarca la sección “Educación en ciencias naturales”.

#### **Número 30 de la revista**

##### *Equidad*

El artículo “Las mujeres y su formación científica en la ciudad de México: siglo XIX y principios del XX”, de Rosa María González Jiménez, es un texto de carácter histórico que analiza la formación científica recibida por las mujeres en la capital de nuestro país en dos instituciones públicas –una secundaria y una normal– en el periodo señalado. En él se describen los “argumentos” científicos que, en aquella época, se esgrimían para limitarles este tipo de estudios. Asimismo, recrea las querellas de algunas feministas para acceder a la educación científica al igual que los hombres.

Esta investigación no brinda la situación que guarda actualmente la equidad en el acceso a la educación científica por parte de las mujeres, ni siquiera nos describe las situaciones de inequidad debidas al comportamiento diferenciado de profesores frente a sus alumnas en perjuicio de su desarrollo científico. Sin embargo, mediante el rescate histórico de lo sucedido en siglos pasados, trae a nuestra consideración el hecho que ya se

presentó y no debiera seguir ocurriendo; alentando así investigaciones que den cuenta de lo que pasa actualmente en nuestros centros de formación de alumnos y docentes.

### *Currículo en proceso*

“Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: un estudio etnográfico en aulas de la escuela primaria” es un artículo de Antonia Candela, que analiza la forma en que se presenta la dinámica de las interacciones discursivas en el aula utilizando un método etnográfico. El foco se encuentra en los conocimientos extraescolares de los alumnos y en su experiencia empírica. Ésta es vista como resultado de la propia percepción de los estudiantes, y no como un dato objetivo.

La autora argumenta que el conocimiento cotidiano se va construyendo por medio de un proceso discursivo y de negociación, en el que se re-significa el conocimiento científico y se elabora el escolar. Además, sostiene que este tipo de estudios permite retomar lo mejor de las tradiciones docentes y orientar las propuestas desde bases más acordes con el contexto de la escuela. Esta temática, tratada mediante el análisis del discurso, nos muestra la manera como alumnos y profesores interactúan en el salón de clase y cómo re-significan los conocimientos científicos contenidos en los programas de estudio. De esta manera, contamos con una forma que adopta la práctica docente.

Dentro de esta misma temática de investigación, tenemos el artículo de Gabriela Naranjo y Antonia Candela denominado “Ciencias naturales en un grupo con un alumno ciego: los saberes docentes en acción”. En él presentan las interacciones de aula en una clase de ciencias naturales de cuarto año de primaria donde participa un niño ciego. Esto lo hacen con una forma de proceder etnográfica y ponen al descubierto la manera como un profesor logra que un alumno con habilidades diferentes a las del resto de sus compañeros avance, resolviendo la tensión entre las requerimientos individuales y los grupales. De esta manera, se da a conocer la forma en que se construyen saberes para integrar a la dinámica docente un niño ciego, los que se efectúan en interacción con los demás estudiantes.

No es común encontrarse con investigaciones en donde se muestre la forma en que alumnos con habilidades diferentes a las de sus compañeros –auditivas, visuales, etcétera– son integrados a la dinámica docente y se logre avanzar con ellos en la elaboración de los conocimientos.

### *Contenidos curriculares*

Bajo esta denominación se colocan dos trabajos. El primero es de Lucía Martínez Moctezuma: “El agua y los recursos naturales como representación en los libros de texto mexicanos, 1882-1920”. En él se manifiesta la forma en que el libro de texto escolar puede expresar la forma de apropiación de la cultura y las prácticas utilizadas por profesores mexicanos de finales del siglo XIX.

El tratamiento histórico del texto nos permite apreciar la importancia que tuvo el agua —como elemento indispensable para mantener la higiene— y la que tiene actualmente —su conservación dada su escasez—, así como la forma lúdica que presentaba el tratamiento de los contenidos y su impacto en los lectores.

La reflexión filosófica que nos permita aportar criterios para orientar los propósitos curriculares de la enseñanza de las ciencias naturales ha estado más o menos ausente en los intereses de los investigadores en el campo, por eso es que el artículo (invitado) “Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos”, de Mercè Izquierdo Aymerich, resulta tan interesante.

En este texto, la autora destaca la misión de la escuela, que consiste en proporcionar los elementos para que la vida de los alumnos se desarrolle de la manera más feliz y humana posible. Con este referente, la enseñanza de las ciencias naturales debiera permitir el logro de este objetivo. De ahí que proponga una reflexión sobre las aportaciones de la enseñanza de las ciencias al futuro de nuestros alumnos, enmarcada en el aliento a llevar una existencia marcada por los valores humanos.

### *Apoyos curriculares*

La temática de investigación que tiene que ver con indagar distintos aspectos —uso, comportamiento, características de acuerdo con sustentos teóricos— de los materiales, dispositivos y recursos que apoyan el currículo no ha sido muy abordada. Aquí se incluyen dos trabajos que se interesan en elementos coadyuvantes para el desarrollo del currículo: los libros de texto y las exposiciones museográficas de ciencias.

De esta manera, aquí queda ubicado, en primer lugar, el artículo “Análisis de lecciones de enseñanza de biología en primaria: propuesta para analizar los libros de texto de ciencias naturales”, de Guadalupe Mares y colaboradores. Presentan una propuesta de análisis de textos que conside-

ra dimensiones vinculadas con la comprensión lectora y la transferencia del aprendizaje y se analizan las lecciones de biología en primaria. Se encontró que: en la mayoría no se especifica el propósito de la lección; en más de 90% de las ilustraciones no se solicita realizar una actividad sobre ellas; son pocas las peticiones de explicación articuladas con observar eventos y solicitar su descripción; y hay falta de correspondencia con el sistema conceptual de la biología. Así, consideran que las lecciones no favorecen la transición de los niños hacia el uso adecuado del lenguaje científico, no promueven la transferencia del aprendizaje y favorecen estilos no pertinentes de pensamiento y escritura.

En segundo lugar está la investigación de Maricarmen Sánchez-Mora, titulada “La exposición museográfica como apoyo a la enseñanza de la mecánica cuántica”, cuyo asunto no es visto tradicionalmente como distintivo del campo de investigación que aquí afrontamos.

Este reporte de investigación incursiona en la temática de las exhibiciones museográficas como soporte de algunas temáticas científicas de difícil abordaje, como puede ser el caso de la mecánica cuántica. Es de suponerse que un museo pueda contar con mayores recursos y soporte técnico y académico como para “ilustrar” un tema tan abstracto. De tal manera, en el texto se muestra la evaluación de este recurso como apoyo didáctico en el desarrollo del currículo, entre profesores de física pertenecientes al nivel de bachillerato.

## Número 31 de la revista

### *Formación de docentes*

La formación de docentes es una temática por demás olvidada entre los investigadores de nuestro país y señalada como uno de los grandes faltantes en los estados del conocimiento 1992-2002. Por ello es que se invitó a dos destacadas investigadoras a colaborar en su abordaje.

La primera es Isabel Martins y sus colaboradores, que presentan una investigación denominada “Transitando fronteras: reflexiones a partir del análisis del discurso de formadores de profesores de ciencias”; que es interesante, pues introduce el análisis del discurso en el contexto de la formación de profesores y utiliza categorías de carácter sociológico para el análisis.

Este trabajo analiza el discurso de profesores de ciencias, formadores de profesores, con el objetivo de identificar cómo transitan entre los dis-

cursos científico y pedagógico. En él observan que durante los talleres realizados se producen discursos híbridos –científicos y pedagógicos– donde destaca la hegemonía de uno de ellos, a partir del capital cultural y social de los docentes. De tal forma, discuten la necesidad y la posibilidad de buscar la desestabilización de ese *habitus* de los profesores y la propuesta de que, por medio de cambios entre los campos científico y pedagógico, los agentes sociales puedan acumular nuevas formas de capital social y cultural.

El otro artículo es de Flavia Rezende y Jeanine Maria Egg, que incursionan en un tema poco tocado en nuestro país, pues reportan las interacciones en línea de un curso a distancia, como una forma de realizar la educación continua entre profesores de física: “Interacciones discursivas ‘en línea’, en el desenvolvimiento del conocimiento profesional de profesores de física”.

El objetivo principal de este estudio consistió en investigar en qué medida la discusión en línea puso en marcha las actividades formativas propuestas y promovió el desarrollo del conocimiento profesional docente. El análisis realizado de las interacciones arrojó que los profesores se hacen conscientes de sus deficiencias a través del análisis crítico del modelo tradicional de enseñanza, discuten las dificultades de la transición para una concepción constructivista y crean nuevas metodologías de enseñanza. Así, concluyen, las interacciones discursivas en línea llevaron a los profesores a experimentar objetivos importantes de las etapas formativas y a avanzar en la progresión del conocimiento profesional.

### *Concepciones de alumnos y profesores*

Las concepciones o representaciones de los sujetos, alumnos o profesores, respecto de fenómenos y conceptos científicos –o de lo que se entiende por aprender y hacer ciencia– ha sido una temática de investigación bastante frecuente en los últimos tiempos dentro del campo. Aquí hay varios exponentes de ello que se presentan a continuación.

Está, por ejemplo, el trabajo de Flor Reyes y Andoni Garritz: “Conocimiento pedagógico del concepto de ‘reacción química’ en profesores universitarios mexicanos”. En él se presenta el concepto de “conocimiento pedagógico del contenido” y se explica la forma y resultados de evocarlo en profesores de educación superior en el ámbito de la enseñanza de la química, en particular en el abordaje de las reacciones químicas.

Otro estudio, éste relacionado con la física, permite percibir las ideas previas que incorporan los estudiantes en el transcurso de un proceso de ‘modelación’: “Ideas acerca del movimiento del péndulo. Un estudio desde la perspectiva de la modelación”. Este artículo, elaborado por María Trigueros Gaisman, brinda elementos para diseñar una forma de promover la reflexión de los estudiantes sobre conceptos físicos –movimiento pendular– y su relación con las matemáticas. Los resultados ponen de manifiesto las concepciones de los alumnos relativas a este tipo de movimiento y se percibe la transformación conceptual alcanzada por algunos de ellos.

Otro caso en donde las ideas previas presentan un papel destacado, pero en el terreno de la enseñanza de la química, está en la investigación reportada como “Estrategia didáctica sobre la constitución de los gases, la función de los catalizadores y el lenguaje de la química”, de José Antonio Chamizo y José Rutilo Márquez. Ahí se presentan resultados de una estrategia didáctica basada en la modelación para el aprendizaje del papel del catalizador en las reacciones químicas. Este trabajo fue realizado con alumnos de primer ingreso a la universidad, aplicable –según los autores– a niveles inferiores, y argumenta mejoras en el entendimiento de la constitución de los gases y del lenguaje de la química.

En el artículo de Bartolomé Vázquez y colaboradores, titulado “El análisis de la epistemología en el medio escolar. Estudio de caso de una profesora de ciencias de secundaria”, se describe el caso de una maestra que realiza un “análisis epistemológico” del conocimiento escolar que permite visualizar cómo la reflexión orientada a la acción –que interactúa con la propia acción– influye el desarrollo profesional del docente. En sus hallazgos, sugieren que la profesora se encuentra en proceso de volver más complejos ambos procesos, permitiendo aproximarse a posibles perspectivas de desarrollo.

“Los científicos y su trabajo en el pensamiento de los maestros de educación primaria: una aproximación pedagógicamente situada”, de María Teresa Guerra, es un trabajo que explora las ideas de profesores de primaria con respecto al trabajo de los científicos, y evidencia sus representaciones acerca de la relevancia, retos y posibilidades de enseñar sobre estos profesionales.

Esta investigación fue llevada al cabo en el contexto de una reforma curricular y arroja resultados que tocan visiones estereotipadas del quehacer científico y falta de confianza de los docentes en su propia forma-

ción científica y se discuten sus implicaciones en términos de las repercusiones para la propia formación de maestros y el desarrollo curricular.

El reporte de investigación “¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? Tres estudios de caso de profesores de secundaria”, de Diana Rodríguez Pineda y Ángel López y Mota, incursiona en el tema de las concepciones de los profesores respecto de lo que es la ciencia y el aprendizaje y su relación con la práctica docente.

El estudio se realiza utilizando categorías epistemológicas (por ejemplo, la relación sujeto-objeto) y de aprendizaje (como la verificación del aprendizaje). Los resultados son expuestos en términos de describir los rasgos de las representaciones sobre la ciencia y el aprendizaje de los profesores, y su posible influencia en la forma en que desarrollan su práctica profesional, y se les relacionan con sus posibles alcances en la formación de docentes.

### **Ejercicio analítico con ayuda del modelo de Duit**

Los artículos temáticos incorporados en estos dos números de la revista fueron agrupados y numerados de acuerdo con las “disciplinas”<sup>7</sup> que contribuyen a los estudios del campo y de los “ámbitos” de investigación, según la forma en que Duit los describe en su trabajo. Las “temáticas” fueron nombradas en función de una elaboración propia del autor –sin atender a categorías teóricas muy precisas–, y los “tipos” de investigación lo fueron considerando si los trabajos se proponían, de manera preponderante, la generación del conocimiento por sí mismo o buscaban transformar de forma directa –y no eventualmente por medio de la investigación reseñada– los hechos educativos que se presentan en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. La información primaria ya codificada de tales agrupaciones puede encontrarse en la tabla que se ubica en el anexo del presente texto y un resumen de tal información –ya en forma de frecuencias– se encuentra a continuación, en la tabla 1, donde pueden observarse distintos aspectos de la conformación del campo,<sup>8</sup> dependiendo de la categoría en cuestión.

En lo que respecta a las “disciplinas” que contribuyen a conformar los marcos teóricos utilizados para analizar los fenómenos circunscritos dentro del campo, se puede decir que no hay un predominio de alguna de las contenidas en el modelo, sin embargo, la más subrepresentada es la sociología, que pudiera simbolizar la incorporación de profesionales de la investigación en el campo con otro perfil.

TABLA 1

*Frecuencias de las categorías analíticas derivadas del “modelo de reconstrucción” de Duit*

| Arts.            | Disciplinas                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ámbitos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Temáticas                                                                                                                                                                                                                                                    | Tipos                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 <sup>/a</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencia: 4</li> <li>• Filosofía de la ciencia:<sup>/b</sup> 2</li> <li>• Psicología: 3</li> <li>• Pedagogía: 4</li> <li>• Lingüística: 4</li> <li>• Historia de la ciencia:<sup>/c</sup> 2</li> <li>• Antropología: 3</li> <li>• Sociología: 1</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la estructura de los contenidos: 0</li> <li>• La investigación sobre enseñanza y aprendizaje: 9</li> <li>• La investigación sobre cuestiones curriculares y sobre políticas para la enseñanza de las ciencias: 5</li> <li>• El desarrollo y la evaluación de la enseñanza o del diseño de la enseñanza: 1</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyos curriculares: 2</li> <li>• Equidad: 1</li> <li>• Práctica docente: 2</li> <li>• Contenidos curriculares: 2</li> <li>• Concepciones de alumnos y profesores: 6</li> <li>• Formación de docentes: 2</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de conocimiento: 3</li> <li>• Desarrollo educativo: 3</li> <li>• Generación de conocimiento/ Desarrollo educativo:<sup>/e</sup> 8</li> <li>• Generación de conocimiento/ Desarrollo educativo: 1</li> </ul> |
|                  | <b>Total:<sup>/d</sup> 23</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total: 15</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Total: 15</b>                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Total: 15</b>                                                                                                                                                                                                                                                |

<sup>/a</sup> El artículo 14, de Reinders Duit, no está contabilizado en términos del análisis del modelo, pues es el que proporciona el modelo mismo para tal ejercicio.

<sup>/b</sup> Un artículo se inscribe plenamente dentro del marco de la filosofía de la ciencia, el otro, únicamente dentro de la filosofía en general.

<sup>/c</sup> Los dos artículos pertenecen en realidad al terreno de la historia en general.

<sup>/d</sup> El total no suma 15 –número total de artículos– pues los trabajos pueden catalogarse en más de una categoría disciplinar.

<sup>/e</sup> Aquí se agrupan las investigaciones que buscan nuevos conocimientos con la confianza de que en algún momento tendrán un efecto en la práctica educativa.

Respecto de los “ámbitos” de investigación, predomina el relacionado con los aspectos que tienen que ver con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en nuestro país. Pareciera que, en parte, es una “herencia” de la inquietud por contar con “metodologías” probadas que nos puedan resultar eficientes en el terreno de los aprendizajes. Sin embargo, deja de lado cuestiones primordiales conectadas con la forma en que los contenidos científicos se convierten en elementos de enseñanza –por contener elementos educativos de valor para ello. Esto pudiera propiciar un mayor número de estudios con fundamento sociológico.

En las temáticas de investigación destaca la correspondiente a la “equidad”<sup>9</sup> y la que tiene que ver con la formación de docentes; para esta últi-

ma, con el fin de asegurar su tratamiento, se recurrió a realizar invitaciones para contribuir en esta convocatoria de la revista, por lo que sigue siendo una “asignatura” pendiente en nuestro medio.

Por último, en lo que toca a los tipos de investigación, la mayoría de los contenidos de los artículos se propone la generación de nuevo conocimiento, con la esperanza de que en algún momento éste pueda tener repercusiones en la práctica.

## **Conclusiones**

La convocatoria temática de la revista –“Educación en ciencias naturales”– para los dos números que aquí nos conciernen ha posibilitado que este campo de investigación haya tenido la oportunidad de publicar los artículos que no tienen una forma regular de ser arbitrados y puestos a disposición de la comunidad científica, por carecer de una revista especializada; quedando claro que existen suficientes trabajos como para iniciar una publicación de, al menos, frecuencia anual.

Los reportes de investigación aquí contenidos también han posibilitado realizar un ejercicio analítico de la producción científica en el campo, por medio de la utilización del modelo de reconstrucción de Duit y que puede servir de referente para discutir la naturaleza del campo para nuestro propio medio en México.

## **Agradecimientos**

Estos dos números de la revista han sido posibles gracias a todos los que respondieron a la convocatoria y enviaron sus trabajos para ser arbitrados, si bien no todos fueron dictaminados favorablemente como para aparecer aquí. Es también de agradecerse la prontitud con la que en general respondieron todos los dictaminadores para entregar sus evaluaciones y la de los propios autores para atender a las recomendaciones efectuadas por quienes evaluaron sus reportes.

Dos colegas tuvieron a bien revisar este texto, Patricia Ducoing y Diana Rodríguez, a quienes reconozco el valor de sus comentarios y sugerencias.

Agradezco especialmente a Elsa Naccarella y a Guadalupe Espinoza todo el apoyo brindado, pues de otra manera hubiera sido muy complicado darle cauce a esta tarea de coordinador, dada la magnitud y complejidad de la misma.

## Anexo

| Disciplinas                                                                                                                                   | Ámbitos                                                                                            | Temáticas                                                            | Tipos                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>1) "Análisis de lecciones de enseñanza de biología en primaria.<br/>Propuesta para analizar los libros de texto de ciencias naturales"</b> |                                                                                                    |                                                                      |                                                   |
| Psicología                                                                                                                                    | La investigación sobre cuestiones curriculares y sobre políticas para la enseñanza de las ciencias | Apoyos curriculares (evaluación de libros de texto)                  | Desarrollo educativo                              |
| <b>2) "Conocimiento pedagógico del concepto de 'reacción química' en profesores universitarios mexicanos"</b>                                 |                                                                                                    |                                                                      |                                                   |
| Ciencia, Pedagogía                                                                                                                            | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Concepciones de los docentes (conocimiento pedagógico de la ciencia) | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |
| <b>3) "Las mujeres y su formación científica en la ciudad de México: siglo XIX y principios del XX"</b>                                       |                                                                                                    |                                                                      |                                                   |
| Historia                                                                                                                                      | La investigación sobre cuestiones curriculares y sobre políticas para la enseñanza de las ciencias | Equidad (género) en la formación científica de los estudiantes       | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |
| <b>4) "Ideas acerca del movimiento del péndulo.<br/>Un estudio desde la perspectiva de la modelación"</b>                                     |                                                                                                    |                                                                      |                                                   |
| Ciencia, Pedagogía                                                                                                                            | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Modelización/Concepciones (ideas previas) de los estudiantes         | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |
| <b>5) "Estrategia didáctica sobre la constitución de los gases, la función de los catalizadores y el lenguaje de la química"</b>              |                                                                                                    |                                                                      |                                                   |
| Ciencia, Pedagogía                                                                                                                            | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Modelización/Concepciones (Ideas previas) de los estudiantes         | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |
| <b>6) "Los científicos y su trabajo en el pensamiento de los maestros de educación primaria: una aproximación pedagógicamente situada"</b>    |                                                                                                    |                                                                      |                                                   |
| Lingüística, Antropología                                                                                                                     | La investigación sobre cuestiones curriculares y sobre políticas para la enseñanza de las ciencias | Concepciones docentes sobre la actividad científica                  | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |
| <b>7) "La exposición museográfica como apoyo a la enseñanza de la mecánica cuántica"</b>                                                      |                                                                                                    |                                                                      |                                                   |
| Ciencia                                                                                                                                       | El desarrollo y la evaluación de la enseñanza o de su diseño <sup>a</sup>                          | Apoyos curriculares (evaluación)/Exposición museográfica             | Desarrollo educativo                              |
| <b>8) "Ciencias naturales en un grupo con un alumno ciego: los saberes docentes en acción"</b>                                                |                                                                                                    |                                                                      |                                                   |
| Antropología, Lingüística                                                                                                                     | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Currículo en proceso (práctica docente)                              | Generación de conocimiento                        |

(CONTINÚA)

| Disciplinas                                                                                                                                                             | Ámbitos                                                                                            | Temáticas                                                    | Tipos                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>9) "Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: un estudio etnográfico en aulas de la escuela primaria"</b>                                    |                                                                                                    |                                                              |                                                   |
| Antropología,<br>Lingüística                                                                                                                                            | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Currículo en proceso (práctica docente)                      | Generación de conocimiento                        |
| <b>10) "¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? Tres estudios de caso de profesores de secundaria"</b> |                                                                                                    |                                                              |                                                   |
| Filosofía de la ciencia,<br>Psicología                                                                                                                                  | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Concepciones docentes y su relación con la práctica          | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |
| <b>11) "El agua y los recursos naturales como representación en los libros de texto mexicanos, 1882-1920"</b>                                                           |                                                                                                    |                                                              |                                                   |
| Historia                                                                                                                                                                | La investigación sobre cuestiones curriculares y sobre políticas para la enseñanza de las ciencias | Contenidos curriculares (valoración)                         | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |
| <b>12) "El análisis de la epistemología en el medio escolar. Estudio de caso de una profesora de ciencias de secundaria"</b>                                            |                                                                                                    |                                                              |                                                   |
| <sup>/b</sup>                                                                                                                                                           | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Concepciones docentes y su relación con la práctica          | Generación de conocimiento                        |
| <b>13) "Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos"</b>                                                                                          |                                                                                                    |                                                              |                                                   |
| Filosofía                                                                                                                                                               | La investigación sobre cuestiones curriculares y sobre políticas para la enseñanza de las ciencias | Contenidos curriculares (orientación)                        | Desarrollo educativo                              |
| <b>14) "La investigación sobre enseñanza de las ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa"</b>                                           |                                                                                                    |                                                              |                                                   |
| Investigación sobre la educación en ciencias                                                                                                                            | Conceptualización del campo de investigación en educación en ciencias                              | Modelización del campo educación en ciencias                 | Investigación sobre el campo                      |
| <b>15) "Transitando fronteras: reflexiones a partir del análisis del discurso de formadores de profesores de ciencias"</b>                                              |                                                                                                    |                                                              |                                                   |
| Sociología,<br>Lingüística                                                                                                                                              | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Formación de docentes/ Análisis del discurso oral            | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |
| <b>16) "Interacciones discursivas 'en línea', en el desenvolvimiento del conocimiento profesional de profesores de física"</b>                                          |                                                                                                    |                                                              |                                                   |
| Pedagogía,<br>Psicología                                                                                                                                                | La investigación sobre enseñanza y aprendizaje                                                     | Formación en línea de docentes/Análisis del discurso escrito | Generación de conocimiento / Desarrollo educativo |

<sup>/a</sup> Esta investigación se le ha ubicado aquí por ser únicamente la evaluación de un recurso didáctico, en la apreciación de los profesores involucrados con tal temática de enseñanza.

<sup>/b</sup> El artículo realiza un análisis epistemológico de la construcción del conocimiento escolar dentro del aula, sin recurrir claramente a disciplinas plenamente identificables, como filosofía de la ciencia, psicología, sociología, etcétera.

## Notas

<sup>1</sup> Artículo invitado, presente en este mismo número de la revista.

<sup>2</sup> Itálicas en el original, en los tres casos.

<sup>3</sup> *Science Education*.

<sup>4</sup> *Didactique des Sciences*.

<sup>5</sup> “Educación en ciencias naturales” es una denominación utilizada a partir de la elaboración del estado del conocimiento 1992-2002.

<sup>6</sup> Esta característica parece provenir de los planteamientos de Chevallard acerca de la “descontextualización” de los contenidos científicos—del ámbito de la ciencia— y su “contextualización”—en el ámbito de la educación— (Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné*, La Pensée Sauvage, Editions Juin).

<sup>7</sup> Reinders Duit utiliza a la “pedagogía” como una disciplina que contribuye al análisis de los fenómenos delimitados dentro del campo, sin embargo, esta “disciplina” no presenta un estatus teórico claro en nuestro país. No obstante, aquí se ha aplicado—haciendo abstracción de tal estatus— a los fenómenos que presentan en el terreno de la enseñanza y el aprendizaje en el aula escolar.

<sup>8</sup> Hay que tomar en cuenta que esta es solamente una muestra de lo que se produce en el campo, aunque bastante representativa si se toma en cuenta que éste no cuenta con una revista especializada hasta ahora.

<sup>9</sup> Su importancia ya fue destacada en el estado de conocimiento 1992-2002.

## Referencias

- Astolfi, J. P. Develay, M. (1996). *La didactique des sciences*, 4ª. ed., vol. 2443,. París: Press Unmiversitaires de France.
- Giordan, A. (1989). “Place de la didactique de sciences dans l’innovation en matière d’éducation scientifique”, en A. Gioran, A. Henriques y V. Bang (eds.) *Psychologie génétique et didactique des sciences*, Berna: Meter Lang, pp. 15-23.
- Jenkins, E. W. (2000). “Research in science education: Time for a health check”, en *Studies in Science Education*, 5, pp. 1-26.
- León, A. I. (1995). “Educación en ciencias naturales. contexto educativo 1982-1992”, en G. Waldegg (coord.), *Procesos de enseñanza y aprendizaje II*, col. La investigación educativa en los ochenta, perspectivas para los noventa, México: COMIE/Fundación SNTE para la Cultura del Maestro Mexicano, pp. 35-39.
- López y Mota, A. y Waldegg, G. (2002). “La didáctica de las ciencias como campo de estudio”, en G. Waldegg *et al.* (coords.), *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*, México: Secretaría de Educación Pública, pp. 139-155.
- López y Mota, A. D. (2003). “Introducción”, en Á. D. López y Mota, *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*, col. La Investigación Educativa en México 1992-2002, (vol. 7, t. I), pp. 357-368.
- López y Mota, A. D. (2006). “Referentes analíticos para elaborar proyectos de investigación en: educación en ciencia”, en O. López, *Entre lo emergente y lo posible. Desafíos compartidos en la investigación educativa*, México: Ediciones Pomares y El Colegio de San Luis (en prensa).
- Sjøberg, S. (1996). “Science education research in Europe: Some reflexions for the future association”, en G. Welford, J. Osborne y P. Scott (eds.), *Research in science education in Europe: Current issues and themes*, Londres: The Falmer Press, pp. 399-404.
- Weiss, E. (2006). *VIII Congreso Nacional de Investigación Educativa. Conferencias magistrales*, México: COMIE.