

Aportes para el debate curricular

Trayecto de Formación Centrado en la Enseñanza en el Nivel Primario

Materia:

ENSEÑANZA DE CIENCIAS NATURALES 1 Y 2

Laura I. Lacreu

G.C.B.A.

Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires • Secretaría de Educación
Subsecretaría de Educación • Dirección General de Educación Superior
Dirección General de Planeamiento • Dirección de Currícula



Índice

Caracterización de la materia	3
Introducción	3
El área de Ciencias Naturales	3
Algunos desafíos que plantea la práctica docente	5
a. Importancia que se le otorga a la enseñanza de las ciencias en relación con sus finalidades formativas	8
b. Representaciones acerca de la actividad científica y su relación con la enseñanza	8
c. El lugar de los saberes de las disciplinas de referencia en las prácticas docentes	9
Algunas apreciaciones acerca del estado actual de la formación	10
Objetivos	12
Criterios para la selección de los contenidos	12
El eje didáctico	13
El eje disciplinar	14
Los contenidos de la formación: articulación entre el eje didáctico y el disciplinar	14
Anexo I	20
Algunos criterios que podrían utilizarse para el análisis de secuencias de enseñanza	20
Algunos criterios que podrían utilizarse para el análisis de observaciones de clase como recurso didáctico	20
Anexo II. Selección bibliográfica	22
Anexo III. Selección bibliográfica comentada	24

CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA

Introducción

La materia "Enseñanza de las Ciencias Naturales" tiene como propósito acercar a los futuros maestros herramientas conceptuales y metodológicas que le permitan tomar decisiones acerca de qué y cómo enseñar Ciencias Naturales en el nivel primario. En este sentido la materia sitúa las prácticas docentes como eje de la formación, selecciona y organiza los contenidos en función de su especificidad: preparar para la enseñanza de los contenidos del área.

Se trata de la articulación de un conjunto de saberes provenientes de distintos campos –conocimientos que aportan las disciplinas de referencia, sus formas de producción y validación de conocimiento; conocimientos relativos a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias– que contribuyen a la organización de la enseñanza y, a la vez, favorecen el análisis reflexivo de la práctica en la búsqueda de propuestas adecuadas a los contextos particulares en que ésta tiene lugar.

La materia se sostiene, pues, en dos pilares. Uno de ellos es la construcción de un conjunto de contenidos específicos que resultan de la articulación entre los conocimientos (conceptos, procedimientos y actitudes) disciplinares, con conocimientos epistemológico-didácticos relativos a la enseñanza de las ciencias en el nivel básico. El otro pilar consiste en la utilización permanente de los conocimientos adquiridos, para la reflexión acerca de la práctica docente, ya sea de los docentes de la formación, de los maestros en actividad o de los propios alumnos de la materia en sus primeros desempeños.

La propuesta para "Enseñanza de las Ciencias Naturales" toma en consideración algunas problemáticas que surgen del análisis de la realidad actual tanto de la formación docente como de las prácticas en la enseñanza del área en la escuela básica, e intenta contribuir en la resolución de un conjunto acotado de ellas.

En este documento se desarrollarán, en primer lugar, algunos aspectos relacionados con dicha problemática que resultan relevantes para enmarcar tanto la propuesta de objetivos, como de criterios para la selección de contenidos, que se desarrollarán en una segunda instancia. Pero antes es necesario establecer algunas precisiones acerca de cuál es la concepción de área que se sustenta en este documento, y que es coincidente con la que se propone en los Pre Diseños Curriculares para el nivel primario, y en los documentos de trabajo publicados durante el proceso de elaboración de los mismos.¹

El área de Ciencias Naturales

El área de Ciencias Naturales es una construcción escolar, y como tal su definición no es homogénea y está sujeta en mayor o menor medida a posturas teóricas, tradiciones, y estilos que han ido

¹ Ver especialmente el Ciencias Naturales. Documento de trabajo N° 1.

cambiando históricamente. Por eso se hace necesario establecer cuál es la concepción de área que sostenemos en este documento.²

La construcción más frecuente del área pasa por la búsqueda de organizadores (ejes, núcleos temáticos, proyectos, problemas) que permiten reunir un conjunto de conceptos provenientes de las distintas disciplinas de referencia (tradicionalmente, Biología, Química, Física, y más actualmente, Geología y Astronomía). Uno de sus principales argumentos es el hecho de que la naturaleza es una sola y que las disciplinas son una artificialidad creada para su estudio. Desde este punto de vista, la constitución del área estaría justificada por la necesidad de brindar a los alumnos una visión integrada de los fenómenos naturales. Estos argumentos se esgrimen tanto para la justificación del área en la escuela básica como en la formación docente. La lógica que lo inspira es que si los futuros maestros habrán de enseñar los contenidos de manera integrada, entonces también deberán aprenderlos de ese modo.

Desde el punto de vista de este documento, es posible ofrecer a los futuros maestros una visión integrada de los fenómenos naturales y de las ciencias que los estudian, aun respetando la identidad de cada una de las disciplinas. No sólo es posible sino que es deseable, puesto que los conocimientos acerca del mundo natural que ellos deberán a su vez enseñar a sus alumnos, tienen su origen en conocimientos que han sido construidos en los marcos de disciplinas particulares, y responden a preguntas y problemas también particulares.

Es cierto que los contenidos escolares no son los conocimientos científicos, y que lo que se enseña en la escuela no reproduce lo que la ciencia produce. Pero también es cierto que lo que el futuro maestro aprende en su formación no es lo que luego va a enseñar. Lo que el futuro maestro aprenda en su formación acerca de los fenómenos naturales es un instrumento que lo pone en mejores condiciones para interpretar las preconcepciones de sus alumnos, ofrecerles situaciones adecuadas para revisarlas y cuestionarlas, proporcionar ejemplos y aproximaciones pertinentes, seleccionar material bibliográfico, etcétera.

Entonces, si no se propone la integración de contenidos, ¿qué es lo que justifica la existencia de un área de Ciencias? Es que enseñar ciencias no sólo implica enseñar determinadas teorías y conceptos, sino también enseñar acerca de las ciencias, del tipo de fenómenos que estudian, de sus modos de proceder y de vincularse con el conocimiento. En este sentido, los futuros maestros habrán de acercarse a ciertos conocimientos que hacen a la epistemología de las ciencias en general. También se trata de ofrecer a los futuros maestros un conjunto de saberes relativos a las estrategias que favorecen la apropiación de tales conocimientos por parte de los alumnos de primaria.

Como este conjunto de conocimientos, epistemológicos y didácticos atraviesan las distintas disciplinas, es que proponemos que son ambas cuestiones las que efectivamente estructuran y justifican el área. Desde esta perspectiva, podemos establecer los siguientes criterios para la definición del área:

1. En relación con el objeto de estudio: tanto la Química como la Física y la Biología, como también la Astronomía, la Geología, comparten un objeto de estudio que podríamos definir como **los fenómenos y procesos que ocurren en el "universo natural"** (en oposición a aquellas ciencias que tienen por objeto el estudio del "universo" de los procesos, fenómenos, etc., involucrados en las sociedades

² Para un desarrollo de las distintas concepciones de área en Ciencias Naturales, se sugiere la lectura del debate publicado en la revista *Infancia y aprendizaje*, N° 65, "¿Área o disciplinas?", 1994. Asimismo, para un recorrido de la problemática en nuestro país, se recomienda H. Weissmann, "La enseñanza de las Ciencias Naturales. Un área de conocimiento en pleno debate", en G. Iaies, *Didácticas especiales*. Estado del debate. Buenos Aires, Aique, 1993.

humanas). Este es un primer criterio de "trazo grueso", ya que, como dijimos antes, cada disciplina que integra el área realiza un recorte particular de la naturaleza, es decir, que cada una la "mira" desde perspectivas diferentes y define problemas particulares que le son inherentes.

2. En relación con los modos de construir y validar conocimiento: las distintas disciplinas comparten también una metodología predominante (aunque no excluyente) de acercamiento al objeto de estudio y de validación de sus producciones, la metodología experimental. La posibilidad de reproducir en condiciones de laboratorio (con un preciso control de variables) el fenómeno a estudiar; de modificar o introducir variables que permitan obtener datos en relación con las hipótesis formuladas; la construcción y la utilización de instrumentos diseñados especialmente para la obtención de estos datos, son algunas de las características que definen esta metodología. Históricamente esta metodología ha sustentado el carácter objetivo del conocimiento científico, sin embargo actualmente se propone la relativización de dicho carácter ya que se acepta el condicionamiento subjetivo que proporciona el marco teórico desde el cual el investigador se acerca al objeto (desde el diseño del experimento, hasta la interpretación de los datos).

3. En relación con el desarrollo histórico: si bien estas disciplinas han seguido modelos de desarrollo histórico específicos e independientes, es posible encontrar numerosos momentos de convergencia, en los cuales unas han influido poderosamente sobre otras, desde la modificación o la ampliación de sus teorías, hasta la creación de nuevas disciplinas, a partir de una redefinición del objeto de estudio y de sus modos de abordarlo. Este criterio aporta a la constitución del área, también, desde otra perspectiva: la interacción entre conocimiento científico y cultura en los distintos momentos históricos, y sus influencias mutuas, siguen patrones similares para las distintas disciplinas.

4. En relación con la enseñanza: la construcción de este campo de conocimiento también toma en consideración la convergencia de un conjunto de saberes didácticos que le son específicos. Nos referimos, en particular, a las estrategias y los dispositivos de enseñanza que favorecen la interacción entre distintos niveles de conocimiento: la consideración de las ideas que los alumnos tienen acerca de los fenómenos que se van a enseñar y el trabajo en torno de las mismas; la explicitación de dichas ideas, su confrontación, y la discusión grupal; el papel relativo del experimento y la observación en el aprendizaje de las ciencias naturales; las actividades de lápiz y papel; la investigación bibliográfica; las secuencias didácticas; las actividades exploratorias, etc. Estos saberes didácticos involucran también a la reflexión acerca del valor formativo de esta área en esta etapa; el reconocimiento de la distancia y la relación que existe entre los conocimientos científicos y los contenidos escolares; la interpretación y la valoración autónoma de las propuestas curriculares y los libros de texto del área.

Algunos desafíos que plantea la práctica docente

Las principales problemáticas ligadas a la "Enseñanza de las Ciencias Naturales" rondan en torno a la definición del contenido, esto es a las decisiones ligadas a **qué contenidos enseñar, cómo organizarlos y cómo hacerlos progresar** a lo largo de los distintos años; así como a las **estrategias adecuadas que faciliten su apropiación por parte de los alumnos**.

Si bien el problema de los contenidos así planteado es común a las distintas áreas de enseñan-

za, cobra particular importancia en ésta ya que, por una parte, al estar fuertemente ligados a las disciplinas de referencia, los contextos tanto de producción como de aplicación de dichos conocimientos están muy alejados de la experiencia y de las prácticas que los alumnos y las personas en general desarrollamos cotidianamente. Es decir que, en la mayor parte de los casos, el conocimiento científico se opone a los conocimientos del sentido común.

Paradójicamente, los conocimientos elaborados en los ámbitos científicos intentan explicar y dar respuesta –en última instancia– a un conjunto de interrogantes que las personas nos formulamos a lo largo de nuestra historia personal, y también de nuestra historia colectiva como parte de la humanidad. Pero dichos conocimientos son elaborados mediante procedimientos sumamente artificiosos y alejados de los modos de pensamiento a los que estamos acostumbrados. La paradoja consiste en que las respuestas o explicaciones elaboradas no satisfacen las inquietudes y los cuestionamientos que la interacción con los fenómenos naturales nos plantea cotidianamente. De hecho, la mayor parte de la población se siente incapaz de acceder a este tipo de conocimiento, lo considera muy complejo, lo atribuye a personas especialmente inteligentes y capaces y, por lo general, si recuerda alguna relación con estos conocimientos durante su escolaridad, lo asocia a experiencias vividas como tediosas, incomprensibles, inútiles, tortuosas.

El desafío consiste, entonces, en delimitar con la mayor claridad posible la especificidad escolar (el "qué" y el "cómo") de los contenidos del área. Qué y cómo enseñar están fuertemente ligados entre sí a través de un conjunto de concepciones que todo docente sustenta –explícita o implícitamente– acerca de cuáles son las finalidades de su enseñanza en la escuela básica, qué ciencia o qué aspectos de la ciencia interesa destacar, cómo se apropian las personas de los conocimientos que se quieren enseñar, cuáles son las condiciones escolares para la apropiación de dicho conocimiento.

Numerosos autores³ dan cuenta y han tipificado las relaciones que históricamente se han establecido entre los modos en que se define el contenido y su enseñanza, y las concepciones relativas a las distintas dimensiones que intervienen en la enseñanza: la naturaleza del conocimiento científico y sus modos de producción (dimensión epistemológica), su valor social (dimensión sociológica), y las maneras en que las personas aprenden esos conocimientos (dimensión psicológica).

Así, se habla de enseñanza tradicional y aprendizaje reproductivo, asociados a una visión enciclopedista de los contenidos; de aprendizaje por descubrimiento ligado a la escuela activa, centrada más en la enseñanza de procedimientos y actitudes científicas, que en los conceptos y teorías; y de las corrientes actuales basadas en una concepción constructivista y perspectivista del conocimiento, que incluye las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal del contenido.

Si bien esta clasificación aporta ciertas categorías útiles para el análisis de las prácticas docentes, los resultados muestran que en dichas prácticas coexisten –en mayor o menor grado– las distintas tendencias mencionadas, que ninguna de ellas se presenta en estado puro, y que todas ellas son recreadas y matizadas por los esfuerzos de los docentes por hacer más asequible el cono-

³ H. Weissman. "La enseñanza de las Ciencias Naturales. Un área de conocimiento en pleno debate", ibid.

D. Gil Pérez. "Contribución de la historia y de la filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación", en Enseñanza de las ciencias, vol. 11, n° 2, Barcelona, 1993.

Segura Dño de J. y A. Molina. "Las Ciencias Naturales en la escuela", en Investigación en la Escuela n° 14, 1991.

J. I. Pozo. "El adolescente como científico", en Cuadernos de Pedagogía n° 151, Barcelona, 1987, págs. 74 a 78.

D. Gil Pérez. "Tres paradigmas básicos de la Enseñanza de las Ciencias", en Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, 1983, págs. 26-33.

cimiento que se espera que los alumnos de primaria aprendan.⁴ Gran parte de las decisiones que los docentes toman están mediatizadas por estas concepciones subyacentes, pero no siempre son conscientes de ellas, y por lo tanto no pueden objetivarlas para fundamentar sus acciones, analizar sus pro y sus contra, e intentar nuevas propuestas consistentes o contrastantes con dichas concepciones. Probablemente porque las representaciones que los maestros tienen acerca de la actividad docente provienen en gran medida de los modelos de enseñanza que ellos mismos han experimentado a lo largo de su formación, muchas de las decisiones que toman (basadas en estos modelos) están a tal punto "naturalizadas" que se les hace difícil visualizarlas y tomarlas en consideración a la hora de reflexionar sobre la práctica y revisarla de cara a superar aquellos aspectos que pueden obstaculizarla. Esta misma situación se da en quienes ingresan a los Institutos de Formación Docente.

En este sentido es interesante citar algunas de las "condiciones a tener en cuenta por los profesores que han de impartir conocimientos teóricos sobre el aprendizaje de las ciencias":⁵

"El profesor en formación es un estudiante que está activamente construyendo concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje basadas en sus experiencias personales y muy influenciadas por sus percepciones docentes anteriores al ingreso en el programa del curso. Los futuros profesores han de ver el trabajo programado en el curso como una experiencia educativa valiosa" (Gunstone y otros: 1993). Si bien la cita hace referencia a la formación de un profesor de media, creemos que puede hacerse extensiva a la de un maestro de educación básica.

En relación con la complejidad y la diversidad de las estrategias de enseñanza, citamos el siguiente texto de J. I. Pozo:

"La enseñanza de las ciencias: contra la monotonía didáctica."⁶

"La complejidad del proceso de aprendizaje de conceptos científicos, que nos hemos limitado a esbozar, obliga a poner en práctica estrategias igualmente complejas para la enseñanza de esos mismos conceptos. Tal vez la más clara conclusión que podamos obtener de un análisis de la situación actual de la enseñanza de los conceptos científicos sea que no existe ninguna estrategia didáctica simple que asegure el éxito de esa enseñanza. Como señalábamos recientemente en una breve reseña en las páginas de esta misma revista, cada vez parece más necesario huir de la 'monotonía didáctica' o incluso de la simple búsqueda del método ideal que permita resolver de una vez por todas todos los problemas didácticos. Es preciso ir hacia posiciones más eclécticas –aunque nunca ateóricas– que permitan la integración de diversas estrategias o modelos didácticos (Joyce y Weil, 1978; Pozo, 1987)."

A continuación expondremos algunos de los desafíos que plantea la enseñanza de las ciencias en la escuela básica,⁷ y algunas consecuencias que esto tiene para la formación docente.

⁴ V. Mellado Jiménez. "Concepciones y prácticas de aula de profesores de Ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria", en *Enseñanza de las Ciencias* 1996, 14 (3), págs. 289-302.

⁵ Citado en Furió Mas, C. J., "Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias", en *Enseñanza de las ciencias*, 1994, 12 (2).

⁶ J. I. Pozo. "...Y sin embargo se puede enseñar ciencia" en *Infancia y aprendizaje* n° 38, 1987.

⁷ Estas reflexiones toman como base nuestras investigaciones y experiencias de capacitación realizadas con maestros de escuelas primarias: Weissmann, H. (dir.), Lacreu, L.; Kauderer, M.; Serafini, G. (1992/93), "Estudio del impacto en la modificación del modelo de intervención educativa en el área de las Ciencias Naturales, por el uso de materiales de apoyo" - Dirección de Currículum, Dirección General de Planeamiento de la Secretaría de Educación de la Municipalidad de Buenos Aires. Y Weissmann, H. (dir.), Lacreu, L. y otros "La enseñanza de las Ciencias Naturales en escuelas primarias que atienden a sectores populares" (1993/94); Convenio: Universidad de Buenos Aires, Universidad del Comahue (Provincia de Río Negro)-OREALC/UNESCO.

a. Importancia que se le otorga a la enseñanza de las ciencias en relación con sus finalidades formativas

En la práctica docente, la reflexión sobre las finalidades formativas de la enseñanza de las ciencias no es frecuente. Existe una cierta tradición instalada que identifica su relevancia ligándola al conocimiento de uno mismo y al cuidado del ambiente, es decir, que ubica la importancia de los conocimientos científicos casi exclusivamente en relación con el cuidado de la salud y la higiene personal y del ambiente. Sin embargo, cuando se trata de justificar sobre esta base el conjunto de los contenidos que efectivamente se enseñan o se deben enseñar, se hace difícil relacionarlos a todos con estos grandes propósitos. Otro argumento se relaciona con la función propedéutica de cara a la escuela media o a la adultez, es decir que lo que se enseña puede no tener valor "actual" para el alumno, pero lo tendrá en un futuro.

En gran medida, la actividad docente no incluye este tipo de reflexiones ni la necesidad de establecer estrechas relaciones entre lo que se enseña y el valor formativo que se le otorga. La falta de reflexión sobre esta cuestión y el escaso "convencimiento" del valor "actual" de estos conocimientos para los alumnos, se refleja en formas dogmatizadas de enseñar.

La formación docente debería atender la necesidad de que los futuros maestros reflexionen en torno a las finalidades de la enseñanza de las ciencias en la escuela básica, conozcan diversas posturas al respecto y asuman una propia, a la vez que hagan jugar dichas posturas a la hora de tomar decisiones en relación con la enseñanza.⁸

b. Representaciones acerca de la actividad científica y su relación con la enseñanza

Las concepciones relativas a que el conocimiento científico es verdadero, y objetivo, están ampliamente instaladas en las prácticas docentes e inciden de diversos modos en la enseñanza.

Algunas estrategias de enseñanza se basan en la "aplicación del método científico" que, basado en un inductivismo ingenuo, supone que la observación y la experimentación son la base del conocimiento en ciencias. Así, se espera que la experiencia o la observación "hable por sí sola" y que los alumnos "descubran" lo que se espera que aprendan. Estas estrategias pueden ser frustrantes tanto para los docentes como para los alumnos ya que los resultados en los aprendizajes suelen resultar mucho más pobres de lo esperado. Muchas veces estos resultados son atribuidos a que no se hacen los suficientes experimentos, o no se cuenta con materiales adecuados, pero difícilmente se cuestionen las estrategias en sí. A tal punto se confía en el método. En muchos casos, estos fracasos suelen dar lugar a un forzamiento tanto de las experiencias como de las conclusiones, tratando de evitar preguntas o "desviaciones" del objetivo propuesto para la clase. En todos estos casos lo que sucede es que quien aprende pierde el sentido de lo que se está haciendo, y no logra conectar las explicaciones teóricas con los resultados de sus experimentos.

Otras estrategias, también asociadas a las creencias en la objetividad del conocimiento científico, basan su enseñanza en clases expositivas con definiciones cerradas, en el dictado de "verdades" o

⁸ Al respecto, se recomienda la lectura de los siguientes textos: L. Fumagalli. "La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor", en H. Weissman (comp.), *Didáctica de las Ciencias Naturales. Aportes y reflexiones*, Buenos Aires, Paidós, 1993; y G. Fourez. "Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias", Capítulo 1, Buenos Aires, Colihue, 1994.

en la elaboración de guías de preguntas, muchas veces extremadamente pautadas para que los alumnos busquen en los libros una información veraz, y desprovista de matices. En estos casos, quien aprende, además de memorizar información, en su mayor parte carente de significado, recibe una imagen del conocimiento científico autoritaria e indiscutible que no favorece la comprensión de cómo funciona la ciencia, ni de su lugar en la sociedad como parte de la cultura.

Estas prácticas plantean un doble desafío a la formación. Por una parte, la necesidad de que los futuros maestros tomen conciencia de que detrás de los modos de enseñar subyacen ciertas ideas acerca del conocimiento científico.⁹ Por otra parte, que, más allá de lo que se considere como conocimiento científico, lo que se enseña en la escuela no es un reflejo ni de los conceptos ni de las metodologías de la ciencia, sino que es un conjunto de saberes basado en el conocimiento científico pero adecuado a las finalidades formativas de la escuela y a las maneras particulares en que los alumnos aprenden.

Esta última cuestión remite a otra de las problemáticas en la enseñanza de las ciencias:

c. El lugar de los saberes de las disciplinas de referencia en las prácticas docentes

La importancia del saber disciplinar tiene gran incidencia a la hora de seleccionar y organizar los contenidos a partir de los diseños curriculares o de los libros, al establecer sus alcances, al secuenciarlos y al elaborar pruebas de evaluación. En todos estos casos, una deficiente formación en este sentido se pone de manifiesto en la dificultad para estructurar el conocimiento, jerarquizarlo, y establecer la diferencia entre conceptos generales o grandes ideas y datos particulares o ejemplos.

Por ejemplo, durante el desarrollo de clases expositivas circula información de lo más diversa: las opiniones de los alumnos, lo que el docente plantea como ejemplo puntual, las explicaciones del docente, lo que dicen los libros, lo que un alumno interpretó de una experiencia, datos anecdóticos. Si la programación y la organización de la clase no prevé las instancias y las maneras en las que estos distintos niveles se pondrán de manifiesto, si durante la clase el maestro no puede establecer las distinciones pertinentes entre unos y otros, o sus relaciones jerárquicas o de inclusión, los alumnos tendrán dificultades para la organización de la nueva información en estructuras cada vez más coherentes y consistentes.

En los últimos tiempos, se ha difundido entre los maestros la importancia de conocer las ideas de sus alumnos en relación con los temas de enseñanza. En muchos casos esta práctica ha sido interpretada como un registro de opiniones de los alumnos, que no tiene posteriores consecuencias en la enseñanza. El conocimiento disciplinar en estos casos es indispensable para que el docente pueda comprender cuál es la distancia entre lo que los alumnos saben y lo que se espera que aprendan, cuáles son los principales obstáculos que entraña su aprendizaje, para que pueda ofrecer contraejemplos que resulten fructíferos en ese camino, para que pueda diseñar nuevas situaciones y actividades de enseñanza.

A veces, los maestros que otorgan importancia a la participación de los alumnos en clase suelen incurrir en la llamada "ilusión interrogativa", que consiste en la creencia de que "...el saber está dentro del alumno y que la habilidad del docente consiste en poder destejer y volver a tejer una nueva trama. Esta estrategia tiene la particularidad de que, siendo la interacción docente/alumno radial, es

⁹ Al respecto véase L. Fumagalli. El desafío de enseñar Ciencias Naturales (Cap.1), Buenos Aires, Troquel, 1993 y A. F. Chalmers. "¿Qué es esa cosa llamada ciencia?", Buenos Aires, Siglo XXI, 1991.

decir, al no haber prácticamente interacción alguna entre los saberes de los alumnos, quien finalmente puede organizar ese tejido es el propio docente, pero ninguno de los alumnos en particular".¹⁰ La ilusión consiste en pensar que la información diversa que circula en clase es organizada del mismo modo por el conjunto de los alumnos y de manera coherente con lo que el docente tiene en su mente.

Otra dificultad que puede incluirse dentro de este ítem relativo a los conocimientos disciplinares tiene que ver con la identificación de los procedimientos y actitudes como contenidos. Por una parte, algunos docentes esperan que los alumnos los sepan (suelen incluirlos en las evaluaciones) pero no reconocen que deben enseñarlos. En estos casos, aparecen incluidos como parte de actividades destinadas a aprender contenidos conceptuales, pero no suelen diseñarse estrategias específicas para su enseñanza. Otras veces, cuando se proponen enseñar algunos de ellos, no siempre logran articularlos con los conceptos, es decir, son enseñados aisladamente (por ejemplo, la interpretación de textos). Casi nunca sus programaciones incluyen una selección de contenidos que involucren las tres dimensiones de manera articulada.¹¹ Esto empobrece tanto la actividad de los alumnos como sus aprendizajes acerca de los fenómenos naturales y de los modos particulares de abordar el conocimiento de los mismos.

Uno de los mayores desafíos de la formación docente se relaciona con la adecuada selección de los contenidos disciplinares y su articulación con los epistemológico-didácticos, con el fin de que constituyan verdaderas herramientas útiles para la tarea específica de enseñar.

Algunas apreciaciones acerca del estado actual de la formación

La mayor preocupación de los formadores de maestros está focalizada en los aspectos desarrollados en el ítem anterior relativo a la formación disciplinar. Más allá de las diferencias de enfoque en cuanto al lugar relativo que ocupan estos conocimientos dentro de la formación docente –aspecto que desarrollaremos más adelante– existe una amplia coincidencia en cuanto a la dificultad de enseñar aquello de lo cual no se sabe o se sabe poco. Y no sólo se trata de conceptos, leyes y teorías de las disciplinas de referencia, sino también de otro tipo de habilidades más básicas como la interpretación y producción de textos o el lenguaje oral. Esta es la situación en la que la mayor parte del alumnado ingresa al profesorado. Pareciera, entonces, inevitable lo que los formadores llaman la "secundarización" de la enseñanza de las disciplinas (es decir, volver a enseñar lo que no aprendieron en la escuela secundaria) lo cual resta tiempo para lo específico relacionado con la enseñanza.

En la búsqueda de soluciones a estas problemáticas, algunos formadores se han planteado una fuerte selección de los contenidos a enseñar y la asignación de una mayor responsabilidad a sus alumnos en el estudio autónomo de otros contenidos. También se han organizado talleres de diverso tipo, por ejemplo, talleres de lectura de textos del área, que faciliten a los alumnos la apropiación de las habilidades mencionadas más arriba.

Más allá del nivel de conocimientos con que llegan los alumnos al profesorado, los nuevos diseños curriculares para el nivel primario plantean algunos desafíos para la formación docente en relación con los conocimientos disciplinares. Si bien los formadores coinciden en que dichos documentos son claros en cuanto al establecimiento de los alcances y facilitan la tarea del aula, también es

¹⁰ H. Weissmann. "Qué enseñan los maestros cuando enseñan Ciencias Naturales y qué dicen querer enseñar", en H. Weissmann, op.cit.

¹¹ La formulación de los contenidos en los prediseños curriculares para el nivel primario, intenta mostrar este tipo de articulación.

cierto que demandan de los maestros conocimientos para la elaboración y la organización de temas de enseñanza. Desde este punto de vista, la formación disciplinar de los futuros maestros debería favorecer una estructuración del conocimiento tal que les permita encontrar articulaciones pertinentes entre los contenidos para la elaboración de unidades de enseñanza.

En relación con la formación para la enseñanza del área, se encuentra cierta heterogeneidad de enfoques que se manifiesta en los distintos modos de entender la relación entre conocimientos disciplinares y conocimientos didácticos.

Creemos que es posible, sin pretender ser exhaustivos, identificar tres modelos o enfoques en la selección y la organización de los contenidos que responden a distintas tradiciones didácticas.

Uno de estos modelos, fundamentalmente centrado en la enseñanza de las disciplinas, se plantea objetivos que apuntan principalmente a la adquisición de las teorías científicas, y no mencionan objetivos relativos a la formación para la enseñanza. La selección de los contenidos se caracteriza por su exhaustividad, y por una organización muy similar a la de la escuela media tradicional. Otorgan importancia a las actividades experimentales y a la enseñanza del método científico, asignándole una unidad, generalmente al principio del año. Sin embargo, los conocimientos relativos al método no aparecen luego en el resto de las unidades de enseñanza.

Un segundo modelo se plantea objetivos fundamentalmente centrados en la formación para la enseñanza. Se plantean unidades que ofrecen contenidos didácticos y otras con contenidos disciplinares. En estos casos, la organización de estos últimos también tiene una estructura similar a la de la escuela media tradicional. En general, no se plantean la enseñanza del método científico.

Finalmente un tercer modelo, más en línea con la propuesta de este documento, se plantea objetivos tanto en relación con los conocimientos disciplinares como para la enseñanza. Algunas unidades plantean contenidos didáctico-epistemológicos; y otras, contenidos disciplinares en cuya formulación se evidencia una fuerte intención de selección. El método científico aparece como motivo de reflexión dentro de los contenidos didáctico-epistemológicos.

El planteo de la relación de los alumnos con la práctica docente también es variable entre los tres modelos. Los que responden aproximadamente al modelo 1, en general no proponen contenido ni instancia programática que contemple la práctica docente. Los otros dos modelos presentan con variantes (ya sea como contenidos procedimentales, como trabajos prácticos o como selección de temas ligados a la escuela) algún tipo de relación entre la formación y la práctica docente, como puede ser el análisis de diseños curriculares, la elaboración de secuencias didácticas o el trabajo sobre temas escolares.

Es importante destacar como una preocupación central de los formadores la falta de relación entre las instancias de formación en las didácticas especiales y las de las prácticas docentes en la estructura actual de los IFD. Cabe destacar que la estructura que proponen los nuevos lineamientos curriculares procura establecer estos espacios de articulación. Otra de las preocupaciones y demandas se relaciona con la necesidad de establecer una mayor carga horaria para las enseñanzas, de manera de poder articular adecuadamente los aspectos disciplinares que provienen de distintos campos de conocimiento y los didácticos de la formación, incluyendo un mayor acercamiento a las prácticas. La problemática de la carga horaria cobra especial relevancia en el área de Ciencias Naturales si se tiene en cuenta que la propuesta para esta materia incluye una fuerte sugerencia en relación con la inclusión de los perfiles docentes que actualmente ejercen en los IFD (profesores de Biología y de Físicoquímica), cuya interacción es más que deseable para acercar a los alumnos una visión coherente del conjunto de contenidos de la materia. En este sentido, el incremento en la carga horaria no sólo apunta a las horas frente a alumnos, sino también a la creación

de espacios institucionales que favorezcan una articulación fructífera entre los docentes involucrados.

OBJETIVOS

Esta instancia curricular, "Enseñanza de Ciencias Naturales", aspira a que sus alumnos hayan adquirido herramientas intelectuales para:

- Interpretar información nueva o reinterpretar conocimientos ya adquiridos en relación con la ciencia y los fenómenos naturales.
- Interpretar críticamente la organización de los contenidos de las propuestas curriculares atendiendo a su concepción acerca de las finalidades formativas de la enseñanza de las ciencias.
- Organizar los contenidos de enseñanza de manera de respetar tanto su significatividad lógica (desde la disciplina) como su significatividad psicológica (desde las posibilidades de aprendizaje de sus alumnos). Interpretar y diseñar secuencias de enseñanza que favorezcan crecientes niveles de conceptualización. Diseñar estrategias que favorezcan la explicitación de las ideas de los alumnos.
- Interpretar las preconcepciones de los alumnos y diseñar estrategias que le permitan orientarlos en su proceso de aprendizaje.
- Favorecer en los alumnos el establecimiento de relaciones e integraciones entre los contenidos estudiados.
- Establecer criterios para seleccionar materiales y recursos didácticos variados y aprovecharlos pertinentemente.
- Elaborar instrumentos adecuados para evaluar el proceso de aprendizaje de sus alumnos.
- Utilizar los resultados de las evaluaciones para realizar ajustes en el proceso de enseñanza y contribuir a que sus alumnos avancen en el aprendizaje.
- Reflexionar sobre los supuestos relativos a las finalidades de la enseñanza de las ciencias y al conocimiento científico que subyacen su práctica, y confrontar su accionar con los conocimientos teóricos, asumiendo una actitud crítica frente a ambos.
- Elaborar juicios personales y actuar con autonomía frente a las innovaciones que se presentan desde las instituciones, o desde la producción teórica.
- Asumir una actitud activa hacia el enriquecimiento de su formación.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS CONTENIDOS

La selección de los contenidos de la formación docente en el área parte de la premisa básica de que los conocimientos que un maestro va a adquirir en su formación son de un carácter y complejidad diferente que los conocimientos que luego efectivamente habrá de enseñar, y también de los conocimientos que haya podido adquirir a lo largo de su formación anterior. Esta complejidad se construye a partir de la articulación de un conjunto de saberes disciplinares, epistemológicos, didácticos, sociológicos y de su transformación, a partir de la reflexión, en herramientas útiles para la enseñanza. Al respecto dice Porlán, "Las didácticas específicas se sitúan en un plano epistemológico intermedio entre el saber formalizado y el saber hacer empírico, constituyendo lo que podríamos denominar un saber práctico. Aquí la idea de práctica no se utiliza en el sentido de la mera actuación, sino

en el de la praxis, es decir en el de la acción transformadora fundamentada. Estos saberes prácticos son el resultado de una reflexión crítica que ayudaría a establecer conexiones significativas entre los saberes académicos y los empíricos, de tal manera que se produjeran reconceptualizaciones más complejas vinculadas específicamente al campo de la enseñanza de cada disciplina."¹²

En estas construcciones complejas que son los contenidos de la formación, distinguiremos dos dimensiones o ejes: un eje didáctico y un eje disciplinar. Ambos ejes confluyen en la definición y la formulación de los contenidos de la formación.

En lo que sigue intentaremos clarificar qué entendemos por eje didáctico. Luego desarrollaremos el eje disciplinar, y estableceremos algunos criterios para la selección de contenidos disciplinares. Finalmente ejemplificaremos posibles articulaciones entre ambos para dar cuenta de la construcción compleja que son los contenidos de la materia "Enseñanza de Ciencias Naturales 1 y 2".

El eje didáctico

Frecuentemente la perspectiva didáctica se identifica con una serie de técnicas o recursos que el docente debería conocer para facilitar el aprendizaje de los contenidos (guías de observación, guías para trabajo de campo, técnicas de recopilación bibliográfica, etc.). Desde nuestro punto de vista, el conocimiento didáctico es más complejo ya que articula saberes del campo psicológico (cómo aprenden los niños esta disciplina), del campo epistemológico (la naturaleza del conocimiento científico, su desarrollo, los problemas que intenta resolver), y también de un plano sociológico (el valor social que se le otorga a la enseñanza de las ciencias). A partir de la interrelación entre estos saberes, un docente toma decisiones acerca de cómo y qué enseñar. Claro está que a la hora de poner en juego este conjunto de conocimientos en un aula, en una situación concreta, con un conjunto de alumnos "reales", se pone en evidencia la necesidad de que la formación docente incorpore las prácticas como uno de sus ejes. Desde este punto de vista, los contenidos de la materia contemplan instancias específicas para la articulación con el Trayecto de Construcción de las Prácticas Docentes (TCPD), por ejemplo el diseño de experimentos sobre determinado tema (la anticipación de las posibles hipótesis y respuestas de los alumnos, los posibles obstáculos que habrán de presentarse y formas de abordarlos), su puesta en práctica en el aula de primaria, y su posterior análisis y contrastación con las anticipaciones iniciales.

A partir de estas consideraciones seleccionamos los conocimientos didácticos que se detallan a continuación. Estos conocimientos serán enseñados de manera articulada con los núcleos temáticos de los saberes de referencia, tal como se detalla más adelante:

- ▲ Finalidades de la enseñanza de las ciencias. Tendencias en la enseñanza de las ciencias: concepciones acerca de las ciencias, del aprendizaje y de la enseñanza que subyacen.
- ▲ Relación entre conocimiento científico y contenidos escolares.
- ▲ Importancia de los contenidos. Las dimensiones (conceptual, procedimental y actitudinal) del contenido.
- ▲ Formas de organización de los contenidos. Articulaciones pertinentes entre contenidos.
- ▲ Selección y secuenciación de los contenidos.

¹² R. Porlán Ariza. "El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas", en Investigación en la escuela nº 24, 1994.

- ▲ El lugar relativo de la observación y la experimentación en el conocimiento. El papel de la teoría.
- ▲ La importancia de las concepciones previas del alumno en el aprendizaje significativo.
- ▲ Rol del docente y del alumno en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.
- ▲ Estrategias y dispositivos de enseñanza que favorecen la interacción entre distintos niveles de conocimiento (situaciones que permitan la indagación de ideas previas y su explicitación, planteamiento de situaciones que problematicen las condiciones de partida, la discusión grupal y la confrontación de ideas, la experimentación y la observación, las actividades de lápiz y papel, la investigación bibliográfica, las actividades exploratorias, etcétera).
- ▲ Organización de la clase, la selección de materiales y recursos.
- ▲ Evaluación, formas de evaluación, instrumentos. Relación evaluación/enseñanza.

El eje disciplinar

Desde el punto de vista disciplinar, se trata de acercar a los futuros maestros al conocimiento de algunos **núcleos conceptuales** centrales dentro de las Ciencias Naturales que les permitan tener una visión más global de las problemáticas que ésta aborda:

- Principios de la mecánica - el movimiento de los cuerpos celestes.
- Estructura de la materia - transformaciones de la materia y la energía.
- Los sistemas vivos - origen y evolución de la vida en la Tierra.

Estos núcleos conceptuales refieren a las grandes teorías que, desde las diferentes disciplinas, resultan ampliamente explicativas y que constituyen nociones estructurantes que favorecen la interpretación de un gran número de fenómenos naturales. Desde un punto de vista histórico, la construcción de estas grandes teorías marcaron hitos fundamentales en los modos de interpretar el universo natural, y conservan en mayor o menor grado, una vigencia actual. Estas leyes o principios generales son un marco de referencia que favorecen la interpretación del alcance de los contenidos escolares que figuran en los currículum.

El recorte de contenidos dentro de estos núcleos conceptuales es variable, pero para su selección proponemos una triple perspectiva. Los contenidos por enseñar habrán de considerar las siguientes tres cuestiones:

- 1) Ser relevantes para la formación científica de los futuros maestros. En este sentido es importante que su aprendizaje les permita dar sentido, a la vez, a un conjunto grande de fenómenos naturales y de contenidos escolares. Se pondrá énfasis en aquellos que generalmente resultan obstáculos significativos para la enseñanza de las ciencias naturales.
- 2) Ser adecuados para abordar aspectos epistemológicos.
- 3) Ser fructíferos para abordar una diversidad de contenidos didácticos.

Los contenidos de la formación: articulación entre el eje didáctico y el disciplinar

La propuesta de articulación entre saberes didácticos y disciplinares se sustenta en nuestras concepciones acerca de la ciencia y de sus relaciones con la enseñanza. En la clase de ciencias, no sólo

pretendemos enseñar determinados conceptos científicos, sino también algunos de los modos particulares en que los científicos abordan el conocimiento. Parece existir una cierta correlación entre las teorías epistemológicas acerca del desarrollo del conocimiento científico y las teorías psicológicas actuales acerca de la construcción del conocimiento, que sirven de sustento a las concepciones constructivistas del aprendizaje y la enseñanza.¹³ En particular, aquellas cuestiones que tienen que ver con el papel que juegan las teorías previas del sujeto en el momento de abordar un objeto de estudio, la importancia del conflicto entre teorías para el desarrollo del conocimiento, la caracterización de conceptos y teorías como representaciones de la realidad, la importancia del contexto social en la construcción de los conceptos y el carácter colectivo de los mismos.

Si tomamos en cuenta que, como dijimos al principio, los futuros maestros no sólo aprenden lo que les fue enseñado acerca de la enseñanza y del aprendizaje de las Ciencias Naturales, sino también de sus propias experiencias de aprendizaje –y por lo tanto el modo en que les fue enseñado– es importante que al formar en los contenidos científicos el profesor ponga en práctica aquellas estrategias que se espera que sus alumnos aprendan. Estas estrategias habrán de ser coherentes con las concepciones que se sustentan respecto del conocimiento científico y de la enseñanza. De este modo, la dinámica y la estructura de la clase de "Enseñanza de las Ciencias Naturales" se constituye en objeto de análisis y reflexión por parte de los alumnos. El conocimiento de los fundamentos teóricos que subyacen a la práctica y su contrastación con la experiencia vivida favorecerán una mejor conceptualización de los contenidos didácticos enseñados.

"La manera como el profesor y los alumnos organizan su actividad conjunta no es independiente de la naturaleza del contenido sobre el que están trabajando o de las exigencias de la tarea que están llevando a cabo. Parece en consecuencia extremadamente difícil, si no imposible, profundizar en el estudio de las formas de organización de la actividad conjunta y, a través de ellas, en la comprensión de cómo se ejerce la influencia educativa, sin una consideración atenta del contenido y/o de la tarea que se está realizando, de su naturaleza, de su estructura y sus características."¹⁴

Por ejemplo, el diseño por parte del profesor de una actividad exploratoria que le permita indagar ideas acerca de determinado concepto, y las estrategias que éste defina para ponerlas a prueba, para contrastarlas y para lograr un nuevo nivel de conceptualización, serán objeto de análisis y reflexión posterior por parte de los futuros maestros, lo cual a su vez los pondrá en mejores condiciones para profundizar en el conocimiento de estas estrategias. Este aprendizaje favorecerá posteriormente, en su actividad como maestros, la indagación de las ideas de sus alumnos, su interpretación, y la elaboración de las estrategias adecuadas para su enseñanza.

En la organización que proponemos, los núcleos temáticos son los que vertebran los contenidos de la formación. Es decir que la articulación entre saberes del eje didáctico y el disciplinar se da en torno de la temática que propone el núcleo. En cambio, la secuenciación para primero, segundo y tercer año está dada por el eje didáctico. Esta secuenciación está guiada principalmente por la progresión que propone el TCPD, que va desde las prácticas y responsabilidades de otros hacia las propias; y desde su

¹³ Al respecto véase Gil Pérez, D. "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias", en Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, 1983.

Gil Pérez, D. "Contribución de la historia y de la filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación", en Enseñanza de las Ciencias, Vol 11/Nro 2. Barcelona, 1993.

Pozo, J. I. "...Y sin embargo se puede enseñar Ciencias", en Infancia y Aprendizaje, nº 38, Madrid, 1987.

¹⁴ Coll, C. Constructivismo e intervención educativa: ¿Cómo enseñar lo que se ha de construir?, Congreso Internacional de Psicología y Educación, Intervención educativa, Madrid, 1991.

análisis y caracterización, hasta el abordaje de la complejidad de la tarea de enseñar a medida que se avanza, los contenidos se van sumando y enriqueciendo a los anteriores, sin reemplazarlos.

Así, por ejemplo, los contenidos correspondientes al núcleo **"Principios de la mecánica - el movimiento de los cuerpos celestes"** constituye un campo propicio para abordar la complejidad de los modelos en Física, sus altos niveles de abstracción, y el grado en que éstos se apartan del sentido común. En este sentido puede resultar útil relacionar los aspectos teóricos disciplinares abordados en la formación, con los contenidos que se proponen para el nivel primario, de manera de poner de manifiesto la distancia entre las modelizaciones científicas y los contenidos escolares. Pero también para que puedan visualizar en qué medida estos contenidos escolares apuntan a una construcción a más largo plazo de aquellos conocimientos.

El profesor-formador habrá de enseñar estos conceptos tomando en cuenta las ideas de sus alumnos (que en estas temáticas suelen no diferir demasiado de la de los alumnos de la escuela primaria), y diseñar estrategias que favorezcan su superación. Esta situación de clase de la formación podrá ser luego analizada y capitalizada para que los futuros maestros elaboren ellos mismos dispositivos que permitan indagar las ideas de alumnos del nivel primario, pero de una manera adecuada a los contenidos de este nivel de escolaridad.

También este eje permite abordar la cuestión de las finalidades de la enseñanza de la ciencia, ya que estos conocimientos son los que, en gran medida, rigen nuestra cosmovisión actual acerca de la Tierra y de nuestro lugar en el Universo. En este sentido, el trabajo en torno de los modelos geocéntricos y heliocéntricos pueden ser de un valor formativo inestimable.

En el caso de **"Estructura de la materia - transformaciones de la materia y la energía"**, aunque también permite abordar la complejidad de la modelización, aporta una mirada particular en el sentido de la potencialidad explicativa de los modelos en ciencias. En efecto, a partir de la comprensión del modelo corpuscular de la materia, es posible dar sentido y reunir bajo un marco explicativo coherente un conjunto de fenómenos aparentemente aislados entre sí. También es interesante porque ofrece la inestimable oportunidad para realizar una amplia gama de actividades experimentales que ponen de manifiesto la influencia de las teorías del observador sobre las conclusiones que extrae de dicha observación. Del mismo modo permite abordar la relación entre las hipótesis que se formulan, las teorías previas, y el diseño del experimento. Esto no sólo es importante por su relación con aspectos epistemológicos, sino también por las conclusiones que se extraen acerca del lugar de la experimentación en la clase de ciencias en la escuela primaria, y las consideraciones y anticipaciones que el docente debe hacer antes y durante una actividad de este tipo. También permite abordar de manera pertinente la relación entre las tres dimensiones del contenido (conceptual, procedimental y actitudinal).

Finalmente, **"Los sistemas vivos - origen y evolución de la vida en la Tierra"**, es especialmente sensible puesto que en la gran mayoría de las escuelas la enseñanza sobre los seres vivos es lo que ocupa el mayor espacio en las clases de ciencias naturales, lo cual se explica, en parte, por el enfoque adoptado por el DC '86 para el área. Al tratar este núcleo habría que hacer hincapié en la diferencia de enfoque que éste plantea para el estudio de los seres vivos, respecto de otros enfoques, ya sea aquellos más tradicionales como lo fueron la división entre botánica, zoología y anatomía humana, como los más recientes, centrados en el enfoque ecológico.¹⁵ Desde este punto de vista, puede resultar muy valioso hacer un rastreo sobre distintos diseños curriculares, para intentar encontrar la relación entre el tipo de contenidos que se plantean, y los supuestos disciplinares, epistemoló-

¹⁵ Una referencia crítica a este enfoque puede encontrarse en el Documento de trabajo n° 1 de Ciencias Naturales, G.C.B.A., Secretaría de Educación, Dirección de Currícula, 1995.

gicos y didácticos que subyacen a ellos. No se está proponiendo un trabajo exhaustivo ni un análisis académico, sino más bien una actividad que favorezca la reflexión de los alumnos acerca de la importancia de los supuestos teóricos a la hora de seleccionar contenidos, como también poner a la luz sus propios supuestos.

Si bien muchos de los conocimientos acerca de los seres vivos pueden ser abordados experimentalmente (y es deseable que así sea), otros también son propicios para la investigación bibliográfica. Así se podrán seleccionar algunos de ellos para desarrollar estas estrategias en los futuros maestros y para pensar y diseñar actividades de búsqueda bibliográfica con los alumnos de distintos años de la EGB.¹⁶

Asimismo, el abordaje histórico de algunas de las teorías elaboradas para explicar la diversidad de los seres vivos, permite –además de trabajar aspectos ya mencionados en los otros núcleos– establecer debates entre los alumnos-futuros maestros asumiendo distintas posturas respecto de estas explicaciones. El establecimiento de debates favorece la visualización y el análisis de actitudes como la capacidad de formular preguntas pertinentes, de elaborar argumentaciones razonadas, de aceptar las críticas de los compañeros, etcétera.

Con el fin de dar mayor especificidad a la propuesta, desarrollaremos dos ejemplos en los cuales se formulan los contenidos con un mayor nivel de detalle. Dentro de estos contenidos se incluyen aquellos que están más estrechamente ligados con las prácticas docentes que deberán articularse con el TCPD.

■ **Ejemplo 1.** Núcleo: Estructura de la materia - Transformaciones de la materia y la energía

Contenidos

- Las ideas de los alumnos sobre la estructura de la materia. Principales obstáculos para la comprensión de las explicaciones científicas: el problema de la continuidad/discontinuidad de la materia. La relación entre los fenómenos macro y las explicaciones micro. La importancia de las concepciones previas en el aprendizaje significativo.
- Desarrollo histórico de las ideas acerca de la constitución de la materia desde el atomismo de Demócrito hasta la teoría atómica de Dalton. Análisis de la incidencia histórica de las ideas de Aristóteles de la constitución de la materia (continuidad, imposibilidad del vacío). La fortaleza de los paradigmas. Lectura e interpretación de textos.
- El modelo corpuscular. Su potencialidad explicativa: diversos fenómenos que pueden explicarse desde esta perspectiva (propiedades de los estados de agregación). Cambios de estado. Mezclas y soluciones. Dilatación con el calor. Difusión. Absorción. La noción de modelo en ciencias.
- La naturaleza corpuscular de la materia y la interpretación de: la diversidad de partículas (átomos, moléculas, iones); los modelos de uniones químicas, compuestos polares no polares e iónicos; los cambios químicos como un reordenamiento de átomos; el concepto de ecuación química; Ley de la conservación de la masa de Lavoisier. La conservación de la masa en los primeros años de la escuela básica.

¹⁶ Algunas sugerencias para este trabajo pueden encontrarse en: Ciencias Naturales, documento de trabajo nº 6, Desarrollo en animales vertebrados, Actualización curricular, 1998; y Ciencias Naturales, documento de trabajo nº 7, Algunas orientaciones para la enseñanza escolar de las Ciencias Naturales, Actualización curricular, 1998; ambos editados por la Dirección de Currícula; y en el apartado "Leer en Naturales" del Pre Diseño Curricular para la EGB, Segundo ciclo, 1999.

- La actividad experimental. Diseños de experimentos y control de variables. La importancia de la teoría en la interpretación de los datos. Diferencia entre datos observacionales y las inferencias que se hacen a partir de ellos. Consecuencias en la enseñanza.
- La relación entre conocimientos científicos y contenidos escolares. Análisis de los contenidos de los prediseños curriculares de la Ciudad relacionados con la temática. El abordaje fenomenológico en los primeros años y su complejización a lo largo de la escolaridad. Las dimensiones del contenido: conceptual, procedimental y actitudinal. La importancia de su enseñanza.
- Análisis de las prácticas docentes: el lugar de la experimentación hoy en las escuelas. Cómo lo abordan los maestros, la presencia de laboratorios o materiales para la realización de experiencias. Lugar que le otorgan los maestros en actividad a las actividades de laboratorio. Reflexión crítica de las concepciones de los maestros en actividad y contrastación con las propias.
- Diseño de experiencias puntuales pensadas para un cierto año de la primaria. Selección adecuada de los materiales, definición y control de las variables.

■ **Ejemplo 2.** Núcleo: Los sistemas vivientes - origen y evolución de la vida en la Tierra.

Contenidos

- Adaptación y diversidad biológica. Concepciones de los alumnos en relación con las adaptaciones de los seres vivos al ambiente. Las ideas finalistas, obstáculo para la comprensión del fenómeno de adaptación. La importancia de las concepciones previas en el aprendizaje significativo.
- Distintas teorías a lo largo de la historia acerca de la diversidad de los seres vivos (fijistas, transformistas y evolucionistas). Discusión acerca de las limitaciones del fijismo. La herencia de los caracteres adquiridos de Lamarck. La teoría de la selección natural de Darwin. Interpretación de las adaptaciones según estas teorías. Discusión entre ambas teorías, diferencias entre opinión y argumentación. Importancia de la discusión grupal en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.
- Los aportes de la genética a la Teoría de Darwin: la noción de mutación, su importancia en las células germinales. La noción de especie, mecanismos de especiación. Diferencia entre especie y población, importancia de esta distinción para comprender la formación de especies. Cómo aparece la noción de especie en los prediseños curriculares para la primaria.
- Las relaciones entre teorías. Teorías sobre la evolución geológica de la Tierra, gradualismo y catastrofismo. Su influencia sobre las concepciones acerca de la evolución de los seres vivos. Distintas teorías: distintas perspectivas para la interpretación de los mismos hechos (por ejemplo, de los restos fósiles). Consecuencias para la enseñanza.
- Relaciones filogenéticas entre organismos. Criterios evolutivos para la clasificación de los organismos. Distintos criterios de clasificación. La clasificación de los seres vivos en la primaria.
- La relación entre conocimientos científicos y contenidos escolares. La importancia de trabajar sobre la diversidad de los seres vivos en la primaria. Análisis de los contenidos de los prediseños curriculares de la Ciudad relacionados con la temática.
- Análisis crítico de textos escolares: formas de expresión que refuerzan las ideas lamarckianas de los alumnos. Discusión y búsqueda de expresiones superadoras.
- Observación de clases y análisis del discurso docente en el mismo sentido.
- Elaboración de dispositivos para indagar estas ideas en alumnos de escuela básica. Análisis de resultados.

Como dijimos, estos son sólo ejemplos de organizaciones posibles. Se puede pensar en otras alternativas que tomen en cuenta los criterios desarrollados en este documento. En el desarrollo de la formación es necesario delimitar claramente entre los conocimientos que el futuro docente aprende y los que posteriormente va a enseñar. El análisis de los diseños curriculares dentro de cada unidad favorecerá el establecimiento de estos límites y también de los alcances de sus aprendizajes.

Por otra parte, muchos de los contenidos que el futuro maestro habrá de enseñar en la escuela no serán siquiera abordados durante la formación (el ciclo de vida de una planta, los nombres y ubicación de los planetas, etc.). El acercamiento a estos conocimientos forma parte de una actitud autónoma hacia el estudio que los alumnos habrán de desarrollar a lo largo de su formación. En parte, esta actitud será favorecida por los profesores cuando los alumnos deban programar pequeños proyectos, experiencias o clases. En este sentido es importante prever cuáles son las temáticas más relevantes para proponerles, de manera que les permita apreciar la potencialidad de los conocimientos adquiridos para dar significado a nuevas informaciones o para resignificar conocimientos anteriores.

Algunos criterios que podrían utilizarse para el análisis de secuencias de enseñanza

El análisis de secuencias de enseñanza puede hacerse sobre las que se plantean en algunos libros de texto, sobre las que realizan los propios alumnos, o sobre secuencias elaboradas ad hoc. Este análisis debería centrarse sobre aquellos aspectos que den cuenta de cuál es la propuesta didáctica que subyace a la misma. Estos aspectos podrían ser:

- a) Existencia de propuestas tendientes a que los alumnos expliciten sus ideas previas.
- b) Evidencias de que se toman en cuenta las ideas de los alumnos.
- c) Existencia de propuestas que problematiquen la situación, y que admitan diferentes miradas al problema.
- d) Pertinencia de las actividades en relación con el contenido desarrollado.
- e) Presencia de actividades que relacionen las ideas previas con nuevos aprendizajes.
- f) Inclusión de propuestas experimentales. Pertinencia de las mismas y grado de participación de los alumnos en su diseño e interpretación de los resultados.
- g) Inclusión de propuestas de búsqueda de información. Pertinencia de la misma y grado de participación de los alumnos en su diseño e interpretación. Cantidad y calidad de la información que se propone.
- h) Inclusión de consignas o actividades que tiendan a la conceptualización.

Algunos criterios que podrían utilizarse para el análisis de observaciones de clase como recurso didáctico

1- En relación con los contenidos que circulan en la clase

- Tipos de contenidos (conceptuales, actitudinales, procedimentales). Articulación entre los mismos.
- Precisión, corrección y claridad de los contenidos que circulan.
- Si se distinguen distintas jerarquías y niveles de conocimiento (opiniones de los alumnos, ejemplos del profesor, leyes, argumentaciones, etcétera).

2- En relación con la intervención docente frente a los conocimientos de los alumnos

- Intención del docente de indagar estos conocimientos.
- Estrategias de indagación.
- Modos de intervención a partir de la explicitación de las ideas por parte de los alumnos (sólo escucha; corrige; sigue preguntando; señala la presencia de ideas diferentes o contradicciones; pide mayor precisión, justificación, ampliación).
- Estrategias que se plantea el docente a partir de la información obtenida a través de la indagación (propone situaciones problemáticas que favorezcan la reflexión y la revisión de estas ideas,

intenta homogeneizar el saber, aporta información sin mediar reflexión, favorece la toma de conciencia de sus alumnos de las diferencias entre sus ideas previas y los nuevos aprendizajes).

3- Las preguntas del docente, actitud frente a las preguntas o respuesta de sus alumnos

- Tipo de preguntas (abiertas o cerradas).
- A quién pregunta (a todos, privilegia a algunos en particular).
- Alienta y escucha las respuestas.
- Sigue hablando sin esperar respuesta.
- Repite la pregunta textualmente.
- Emite juicios de valor frente a las respuestas.
- Estimula la opinión del resto del grupo frente a una respuesta.
- Continúa preguntando hasta obtener o forzar la respuesta "correcta".
- Estimula la formulación de preguntas en el grupo de alumnos.
- Devuelve preguntas al grupo o a quien la formuló.
- Responde taxativamente.
- Los remite a otras fuentes.
- Destaca el valor de la pregunta.

4- La realización de actividades experimentales y la búsqueda de información

- Realiza sólo experimentos de demostración.
- Otorga un valor "demostrativo" a las actividades experimentales.
- Favorece el diseño de las experiencias por parte de los alumnos.
- Admite diferentes alternativas de diseño experimental.
- Fuerza los resultados para que coincidan con la "teoría".
- Favorece la discusión entre los alumnos acerca de la interpretación de los resultados.
- Estimula la investigación bibliográfica.
- Pauta la búsqueda de información.
- Orienta la búsqueda de información.
- Limita la información a sus propias explicaciones.
- Ofrece variedad de fuentes de información.

- ASIMOV, I. "Breve historia de la química", Madrid, Alianza Editorial, 1980.
- BENLLOCH, M. "Por un aprendizaje constructivista de las ciencias", Madrid, Visor Libros, 1984.
- BILMES, G., TIGNANELLI, H. (dir.) Colección de divulgación científica para adolescentes "Sin Careta", Buenos Aires, Ediciones Colihue, 1994 - actualidad.
- CAMPANARIO, J. M. "La Ciencia que no enseñamos" en Enseñanza de las Ciencias 17 (3), Barcelona, 1999.
- CARRETERO, M. "Construir y enseñar las ciencias experimentales", Buenos Aires, Aique, 1996.
- "Constructivismo y Educación", Buenos Aires, Aique, 1993.
- DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHEN, A. "Ideas científicas en la infancia y la adolescencia", Madrid, Morata, 1989.
- CHALMERS, A. F. "¿Qué es esa cosa llamada ciencia?", Buenos Aires, Siglo XXI Editores, 1991.
- EINSTEIN, A. "La Física, aventura del pensamiento", Buenos Aires, Losada, 1939.
- FEYNMAN, R. "Seis piezas fáciles", Barcelona, Drakontos, 1998.
- FOUREZ, G. "Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias", Buenos Aires, Colihue, 1994.
- FUMAGALLI, L. El desafío de enseñar Ciencias Naturales (cap.1), Buenos Aires, Editorial Troquel, 1993.
- GEGA, P. "Enseñanza de las ciencias en la escuela primaria", Barcelona, Paidós, 1980.
- "Enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria", Barcelona, Paidós, 1980.
- "Enseñanza de las Ciencias Físicas en la escuela primaria", Barcelona, Paidós, 1980.
- GIL PÉREZ, D. "Tres Paradigmas Básicos en la enseñanza de las Ciencias", en Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, 1983.
- "Contribución de la historia y de la filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación" en Enseñanza de las Ciencias 11 (2), Barcelona, 1993.
- GIORDAN, A., DE VECCHI, G. "Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos", Sevilla, Díada, 1988.
- GIORDAN, A. y otros. "Conceptos de biología", España, M.E.C., Labor, 1988, tomos I y II.
- G.C.B.A., Secretaría de Educación, Dirección General de Planeamiento, Dirección de Currícula, Documentos de trabajo 1, 2 y 4 a 7 de Ciencias Naturales, 1994-1998.
- GOULD, S. J. "El pulgar del panda", Barcelona, RBA Editores, 1994.
- HARLEN, W. "Enseñanza y aprendizaje de las ciencias", Madrid, Morata, 1994.
- HOLTON, G. "Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas", Barcelona, Reverté, 1989.
- JAFFE, B. "La química crea un mundo nuevo", Buenos Aires, Eudeba, 1981.
- KAUFMAN, M.; FUMAGALLI, L. (comp.). "Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas", Buenos Aires, Paidós, 1999.
- LEVINAS, M. L. "Ciencia con creatividad", Buenos Aires, Aique, 1986.
- LLORENS MOLINA J. A. Comenzando a aprender química, Madrid, Aprendizaje Visor, 1991.
- MELLADO JIMÉNEZ, V. "Concepciones y prácticas de aula de profesores de Ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria", en Enseñanza de las Ciencias 1996, 14 (3), 1996, págs. 289/302.
- MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN, Documentos curriculares 1, 2 y 3, Selecciones bibliográficas y de secuencias didácticas (materiales destinados a la formación docente), Enseñanza de las Ciencias Naturales, PTFD, 1993-1995.

- OSBORNE, R y FREYBERG, P. "El aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos", Madrid, Narcea, 1991.
- PALMA, H., WOLOVELSKY, E. "Darwin y el darwinismo. Perspectivas epistemológicas: un programa de investigación". Programa "La UBA y los Profesores". Secretaría de Extensión Universitaria. Oficina de Publicaciones del CBC, Universidad de Buenos Aires, 1997.
- PAPP, D. Ideas revolucionarias en la ciencia, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, 1993, tomos I, II, III.
- PORLÁN ARIZA, R. "El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas" en Investigación en la escuela nº 24, 1994.
- POZO, J. I. "El adolescente como científico", en Cuadernos de Pedagogía nº 151, Barcelona, 1987, págs. 74-78.
- "...Y sin embargo se puede enseñar Ciencias", en Infancia y Aprendizaje nº 38, Madrid, 1987.
- POZO, J. I., GÓMEZ CRESPO, M. A. "Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico", Madrid, Morata, 1998.
- SEGURA DINO DE J. y MOLINA A. "Las Ciencias Naturales en la escuela", en Investigación en la Escuela nº 14, 1991.
- SHUSSHEIM, V. Colección de divulgación científica "Viajeros del conocimiento". Consejo Nacional de ciencia y Tecnología, México, D. F., Pangea Editores, 1988.
- WEISSMANN, H. "La enseñanza de las ciencias naturales. Un área de conocimiento en pleno debate", en laies, G. (comp.) en Didácticas especiales. Estado del debate, Buenos Aires, Aique, 1993.
- WEISSMANN, H. (comp.) Didáctica de las Ciencias Naturales. Aportes y reflexiones, Buenos Aires, Paidós, 1993.
- VARIOS ARTÍCULOS, tema: "¿Área o disciplinas?" en Infancia y aprendizaje nº 65, 1994.
- VARIOS ARTÍCULOS, tema: "Constructivismo y Educación", Sección Debates, en Enseñanza de las Ciencias, 17 (3) Barcelona, 1999, págs. 477-513.
- VARIOS ARTÍCULOS, tema: "El cambio conceptual", Sección Debates, en Enseñanza de las Ciencias, 17 (1), Barcelona, 1999, págs. 79-115.

BILMES, G.; TIGNANELLI, H. (dir.). Colección de divulgación científica para adolescentes "Sin Careta", Buenos Aires, Ediciones Colihue, 1994 - actualidad.

Colección de divulgación que trata diversos temas que son objeto de estudio de alguna disciplina científica (Física, Astronomía, Paleontología, Biología). Los autores, la mayoría de ellos investigadores en actividad, desarrollan estas temáticas en un lenguaje ameno y accesible a un lector no especialista, pero interesado en ellas. Uno de los aspectos de interés consiste en que abordan aspectos históricos del desarrollo del conocimiento sobre el tema en cuestión. Otro aspecto interesante lo constituye la referencia al estado de la investigación actual en la Argentina.

BENLLOCH, M. Por un aprendizaje constructivista de las ciencias, Madrid, Visor Libros, 1984.

El libro recoge la experiencia de la autora y sus colaboradores, durante la realización de talleres de ciencias con niños de escuela básica. La introducción desarrolla valiosos aportes sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, que fundamentan la propuesta que se desarrolla en los capítulos posteriores. Cada capítulo toma un tema de ciencias naturales, y lo desarrolla según un esquema que parte de las ideas que los alumnos tienen sobre el mismo, y propone una secuencia de actividades acorde con ellas.

CARRETERO, M. Construir y enseñar las ciencias experimentales, Buenos Aires, Aique, 1996.

El autor presenta un conjunto de trabajos de investigación realizados por él y su equipo en la Universidad Autónoma de Madrid. En los primeros capítulos aborda cuestiones generales relativas a la importancia de las ideas de los alumnos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, así como al cambio conceptual, y sus distintas versiones. En los capítulos siguientes, analiza la influencia de las ideas previas de los alumnos en el aprendizaje de contenidos específicos de química y de biología, así como la problemática de su enseñanza.

DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHEN, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia, Madrid, Morata, 1989.

Los autores describen sus exploraciones sobre las ideas intuitivas de niños y adolescentes relativas a diversos fenómenos naturales. Ofrece un amplio repertorio de estas ideas, así como también un análisis del cambio y desarrollo de estas concepciones, como consecuencia de la enseñanza.

CHALMERS, A. F. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?, Buenos Aires, Siglo XXI Editores, 1991. -----

Se trata de una introducción a los puntos de vista actuales acerca de la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico. A partir de la crítica al empirismo ingenuo, el autor aborda de manera sencilla y clara las concepciones de distintos autores como Popper, Kuhn, Lakatos y Feyerabend, polemizando con ellas y proponiendo, hacia el final, su propia visión. -----

FEYNMAN, R. Seis piezas fáciles, Barcelona, Drakontos, 1998. -----

El Premio Nobel en Física (electrodinámica cuántica, 1965) desarrolla en este libro los cinco temas que considera más representativos del pensamiento físico (el átomo, física básica, la relación de la física con otras ciencias, conservación de la energía, teoría de la gravitación universal, física cuántica). Se trata de la síntesis de sus clases destinadas a un curso universitario introductorio. Por esta razón el tratamiento conceptual es sencillo y minimiza, en todo lo que es posible, los tratamientos matemáticos más complejos. -----

FOUREZ, G. Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias, Buenos Aires, Colihue, 1994. -----

El libro se estructura en torno de una temática poco común: las finalidades de la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Toda la propuesta del autor está basada en una toma de posición ideológica respecto del conocimiento científico y tecnológico, de su valor cultural y su status en la sociedad. A partir de ello es que plantea la noción de alfabetización científica. También establece las bases y aporta ideas para encarar proyectos multidisciplinarios en contextos escolares específicos. -----

FUMAGALLI, L. El desafío de enseñar Ciencias Naturales, Buenos Aires, Troquel, 1993. -----

Este libro está destinado a docentes de disciplinas científicas de la escuela media. Desde una mirada crítica y respetuosa sobre las prácticas docentes, aporta reflexiones teóricas acerca de las relaciones entre conocimiento científico y contenido escolar, como también acerca de las maneras en que los alumnos aprenden ciencias. A partir de ello desarrolla una serie de propuestas de enseñanza acordes con el planteo inicial. Ofrece ideas acerca de una enseñanza integrada, mapas conceptuales, secuencias didácticas, articulando en todo momento posiciones teóricas con propuestas concretas para la enseñanza. -----

GEGA, P. Enseñanza de las ciencias en la escuela primaria, Barcelona, Paidós, 1980. -----

Es un libro escrito para docentes de la escuela básica, con claras y profusas orientaciones metodológicas sobre la enseñanza de las ciencias. -----

— Enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria, Barcelona, Paidós, 1980.

El autor desarrolla en cada capítulo contenidos específicos, las principales dificultades que cada tema plantea a los alumnos, y propuestas de actividades y experimentos para la enseñanza, que toman en cuenta e intentan la superación de dichas dificultades. Los temas que abordan se vinculan tanto con la Geología como con la Astronomía y la Biología.

— Enseñanza de las Ciencias Físicas en la escuela primaria, Barcelona, Paidós, 1980.

Este libro se estructura del mismo modo que el anterior, aunque aborda contenidos relativos a los fenómenos físicos, como calor y temperatura, sonido, electricidad, y otros.

GIORDAN, A. y DE VECCHI, G. Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos, Sevilla, Díada, 1988.

Propone un modelo didáctico para la enseñanza de las ciencias que, basado en las ideas intuitivas de los alumnos, las toma en cuenta y hace posible su evolución y cambio.

GIORDAN, A. y otros. Conceptos de biología, España, M.E.C., Labor, 1988, tomo I y II.

En sus dos tomos, los autores abordan la evolución histórica de algunos de los conceptos centrales de la biología (la respiración, los microbios, el ecosistema, la célula, etc.). Si bien aportan datos y personajes que marcan hitos en la historia de estas teorías, ponen especial atención (y en ello radica el mayor interés de los textos) en las preguntas, las polémicas, los obstáculos y limitaciones, con que los investigadores se han encontrado a lo largo de su búsqueda de explicaciones acerca de los fenómenos estudiados.

HARLEN, W. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias, Madrid, Morata, 1994.

El libro se divide en dos partes. La primera está referida al aprendizaje de los niños, cómo favorecer el aprendizaje de las ciencias, qué objetivos, contenidos y ocasiones de aprendizaje y evaluación son los más adecuados para los niños de enseñanza básica. La segunda parte desarrolla diversos aspectos referidos a la preparación de la enseñanza: tipos de actividades, papel del profesor, evaluación de los aprendizajes, planificación del currículum y provisión de recursos.

HOLTON, G. "Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas", Barcelona, Reverté, 1989.

Esta es una obra muy completa, tanto en lo que hace a las explicaciones básicas de la física como a los aspectos históricos y epistemológicos asociados al desarrollo de esta disciplina. En particular, los capítulos 12, 13 y 14 están especialmente destinados a la reflexión en torno de la naturaleza del conocimiento científico.

JAFFE, B. La química crea un mundo nuevo, Buenos Aires, Eudeba, 1981.

Este es un libro de divulgación que trata fundamentalmente sobre los avances del conocimiento químico y sus aplicaciones. En los tres primeros capítulos desarrolla de una manera amena y muy sencilla los principios básicos de la química. Pero lo más interesante lo constituyen los ocho capítulos siguientes. Cada uno de ellos toma algún producto de la investigación química que ha producido algún impacto en la vida de las personas y en la sociedad en su conjunto, y expone tanto los antecedentes y procesos que llevaron a su descubrimiento, como las connotaciones sociales, económicas y políticas vinculadas con dichos hallazgos y sus aplicaciones. Así por ejemplo aborda temas como los medicamentos, el caucho sintético, las fibras sintéticas, la energía nuclear.

KAUFMAN, M.; FUMAGALLI, L. (comp.). Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas, Buenos Aires, Paidós, 1999.

Se trata de una compilación de artículos de varios autores argentinos y españoles. Los dos primeros capítulos analizan cuestiones relativas a modelos didácticos en ciencias y el tercero se refiere a los contenidos procedimentales. Los siguientes capítulos se centran en modelos para la enseñanza de contenidos relativos a un determinado campo conceptual (ecología, astronomía, geociencias y química).

LLORENS MOLINA, J. A. Comenzando a aprender química, Madrid, Aprendizaje Visor, 1991.

Esta obra constituye un importante intento de sistematizar el conjunto de información y conocimientos producidos en los últimos años, relativos a la enseñanza de la química desde un enfoque constructivista.

Así desarrolla un conjunto de temáticas diversas que confluyen en la construcción de una didáctica de la química. Los primeros tres capítulos abordan cuestiones generales: las finalidades de la enseñanza de la ciencia, una introducción a las concepciones constructivistas del aprendizaje, y una reseña histórica de la química junto con la cual destaca la importancia didáctica de la reflexión histórica. A partir del capítulo 4, el autor aborda cuestiones ligadas estrictamente a la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de la química. A través de ellos aporta ideas valiosas para una enseñanza acorde con el marco presentado en los primeros capítulos, profusamente apoyadas por experiencias concretas realizadas en aulas reales, con alumnos reales, y reflexiones sobre las mismas.

OSBORNE, R. y FREYBERG, P. El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos, Madrid, Narcea, 1991.

El libro se centra en las maneras en que inciden en el aprendizaje lo que los autores llaman "la ciencia de los alumnos": las concepciones con que los alumnos analizan el mundo y dan significado a los términos científicos antes de recibir instrucción formal. Analiza las discrepancias

entre lo que los profesores se proponen con la enseñanza y los resultados de los aprendizajes, y presentan abundante material y ejemplos a través de los cuales intentan ofrecer pautas para superar tales discrepancias. -----

PAPP, D. Ideas revolucionarias en la ciencia, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, 1993, Tomo I, II y III. -----

A lo largo de los tres tomos, el autor desarrolla en un lenguaje sumamente ameno y claro los principales hechos y personajes que actualmente se consideran hitos en el desarrollo del pensamiento científico desde el Renacimiento hasta la primera mitad del siglo XX. Aunque los capítulos están organizados en torno a personajes reconocidos, en cada uno de ellos se presentan las principales discusiones, divergencias y coincidencias, en torno de una cierta temática, entre distintas corrientes de pensamiento. La visualización de este aspecto se ve facilitada por la presencia de numerosas remisiones internas que permiten tanto seguir el pensamiento de un mismo autor sobre una temática determinada, como sus aportes sobre diversas temáticas y también la influencia de sus ideas a lo largo de la historia. -----

POZO, J. I., GÓMEZ CRESPO, M. A. Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico, Madrid, Morata, 1998. -----

A partir de la reflexión sobre la crisis de la educación científica, y de las finalidades de la enseñanza de las ciencias, los autores desarrollan un conjunto de conceptos sobre cómo aprenden ciencias los alumnos. En la primera parte, analizan cuestiones como el aprendizaje significativo y el cambio conceptual, y ofrecen nuevos aportes sobre la adquisición de los procedimientos y actitudes. La segunda parte presenta una discusión acerca del aprendizaje de la física y de la química en secundaria, y las dificultades específicas que estas disciplinas presentan. Finalmente, en el último capítulo se analiza la evolución reciente de los enfoques en didáctica de las ciencias naturales, tomando como referencia los análisis desarrollados en los capítulos anteriores. -----

SHUSSHEIM, V. Colección de divulgación científica "Viajeros del conocimiento", Consejo Nacional de ciencia y Tecnología, México, D.F., Pangea Editores, 1988. -----

Se trata de una extensa colección de libros cortos. Cada libro desarrolla una breve biografía y destaca las principales líneas del pensamiento de algún personaje que ha hecho importantes aportes al conocimiento científico en algún momento de la historia. La obra en su conjunto constituye un valioso material relativo a la historia de la ciencia.

Cada libro está dividido en tres partes. La primera es un relato de la vida del científico en cuestión, su ubicación en el contexto de la época en que vivió y desarrolló sus ideas, y una breve explicación de los aspectos centrales de su obra. La segunda parte recoge algunos textos originales del investigador, con aclaraciones al margen que ayudan a su interpretación desde una perspectiva actual. La tercera parte desarrolla sintéticamente los conocimientos actuales en torno a la temática tratada en el libro. -----

WEISSMANN, H. (comp.). Didáctica de las Ciencias Naturales. Aportes y reflexiones, Buenos Aires, Paidós, 1993. -----

El libro compila artículos de varios profesionales argentinos provenientes de diferentes campos disciplinares, quienes aportan experiencias y reflexiones didácticas sobre diversas temáticas, algunas de ellas teóricas y otras muy vinculadas a sus experiencias docentes.

———"La enseñanza de las Ciencias Naturales. Un área de conocimiento en pleno debate" en IAIES, G. (comp.), en Didácticas especiales. Estado del debate, Buenos Aires, Aique, 1993.

El capítulo presenta particular interés ya que desarrolla una visión panorámica sobre el estado de la enseñanza de las ciencias en los últimos años, centrándose en nuestro país. -----