

# LA DEFINICIÓN DE PROPÓSITOS Y CONTENIDOS CURRICULARES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES: TENDENCIAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS<sup>(1)</sup>

ESTELA COLS\*  
ALEJANDRA AMANTEA\*\*  
LAURA BASABE\*\*\*  
GABRIELA FAIRSTEIN\*\*\*\*



Detalle obra «Sin título II»  
Nina Gallego

\*Licenciada en Ciencias de la Educación, cursa el doctorado en Educación (UBA). Especialista en didáctica, currículum y evaluación. Profesora de la cátedra de Didáctica (UNLP) y docente de la cátedra de Didáctica I (UBA).

\*\*Licenciada y Profesora en Ciencias de la Educación (UBA), cursa estudios de Maestría en Didáctica (UBA). Especialista en didáctica y evaluación, docente de la cátedra de Didáctica I (UBA).

\*\*\*Licenciada en Ciencias de la Educación; cursa estudios de Maestría en Didáctica (UBA). Especialista en didáctica, currículum y evaluación, docente de la cátedra de Didáctica I (UBA).

\*\*\*\*Licenciada en Ciencias de la Educación (UBA) y Magister en Pedagogía Aplicada (Universidad Autónoma de Barcelona). Es especialista en didáctica, docente de la Cátedra de Didáctica I (UBA). Puan 480, 4º piso. (1406) Cap. Fed.

## Resumen

En las décadas recientes han circulado aires de renovación en el campo de la educación científica. La discusión es amplia y no apunta solamente a un remozamiento de las prácticas de enseñanza. Lo que está en cuestión son los propios contenidos y finalidades de la enseñanza de las ciencias en la educación básica, en un contexto marcado por profundos cambios en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, la emergencia de nuevas ideas acerca de la enseñanza y el aprendizaje, el planteamiento de nuevas demandas a la escuela derivadas de la extensión de la obligatoriedad.

En este trabajo nos proponemos, en primer lugar, realizar una breve reconstrucción de las principales corrientes que han operado en la configuración de este debate a partir de la segunda mitad del siglo XX. En segundo lugar, analizaremos algunas propuestas curriculares de reciente elaboración, con el propósito de identificar las tendencias predominantes y los rasgos distintivos en materia de finalidades y contenido de la enseñanza de las ciencias. Finalmente, exploraremos las posibilidades que ofrece la inclusión de una perspectiva histórica en la enseñanza de las ciencias y el papel otorgado a esta dimensión en los documentos curriculares.

**Palabras clave:** Enseñanza de las Ciencias Naturales- Didáctica- escuela básica- alfabetización científica- Historia de las Ciencias- diseños curriculares- propósitos de la enseñanza de las ciencias- contenidos curriculares

The definition of aims and curricular contents to teach Natural Science: present tendencies and perspectives.

## Abstract

In the last decades there have been new ideas in the scientific education fields. This discussion is complex and does not point only to changes in teaching practices. On the contrary, what is in discussion has to do with the contents and the aims of teaching the sciences of the basic education in a context that has suffered deep changes in the relationships between science, technology and society and also with new ideas about teaching, learning and the extension of compulsory education. In this investigation we present the different currents of opinion since the second half of the XX century. Secondly, we analyze some new proposals to identify main tendencies regarding aims and contents of teaching science. Finally, we explore the possibilities offered by the inclusion of a historical perspective when teaching sciences and the importance of the curricular documents in this dimension.

**Key words:** Teaching of Natural Science- Didactics- basic school- Scientific literacy- history of science- syllabus- aims of teaching science- contents.

## Introducción

En décadas recientes han circulado aires de renovación en el campo de la educación científica. La discusión es amplia y no apunta solamente a un remozamiento de las prácticas de enseñanza. Por el contrario, lo que está en cuestión son los propios contenidos y finalidades de la enseñanza de las ciencias en la educación básica, en un contexto marcado por profundos cambios en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, la emergencia de nuevas ideas acerca de la enseñanza y el aprendizaje provenientes de los estudios psicológicos y didácticos de orientación cognitiva y constructivista y, por último, el planteamiento de nuevas demandas a la escuela derivadas de la extensión de la obligatoriedad.

En los centros de producción teórica se originaron distintos movimientos que intentaron señalar los rumbos posibles del cambio a través de temas y principios de alto valor simbólico; del mismo modo, en varios países se han llevado a cabo refor-

<sup>1</sup> Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto Ubacyt: "La incorporación del enfoque histórico en la enseñanza de las Ciencias Naturales", que se lleva a cabo bajo la dirección del Dr. Marcelo Levinas y la Prof. Alicia Camilioni en el Instituto de Investigaciones de Ciencias de la Educación, Universidad de Buenos Aires.

mas curriculares y proyectos de innovación pedagógica. En este marco, en diferentes ámbitos se sostiene la importancia de la inclusión de la Historia de las Ciencias en la educación científica como una estrategia que permitiría ofrecer una visión más actualizada del conocimiento científico en la escuela, y a la vez promover una mayor comprensión y motivación en el proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes.

En este trabajo nos proponemos, en primer lugar, realizar una breve reconstrucción de las principales corrientes que han operado en la configuración de este debate a partir de la segunda mitad del siglo XX; en segundo lugar, analizar algunas propuestas curriculares de reciente elaboración con el propósito de identificar las tendencias predominantes y los rasgos distintivos en materia de finalidades y contenido de la enseñanza de las ciencias; y finalmente, explorar las posibilidades que ofrece la inclusión de una perspectiva histórica en la enseñanza de las ciencias y el papel otorgado a esta dimensión en los documentos curriculares.

#### Transformaciones recientes en la enseñanza de las ciencias

La segunda mitad del siglo XX ha sido muy prolífica en lo que a la enseñanza de las ciencias se refiere. El peso creciente del desarrollo científico y tecnológico en el desarrollo de las naciones, por un lado, y los avances en la comprensión del pensamiento infantil, por otro, otorgaron a la cuestión de la enseñanza de las ciencias en la escuela básica una importancia sin precedentes y dieron lugar a una variedad de investigaciones, enfoques teóricos, propuestas de enseñanza.

En la década del 60, en el marco del desplazamiento del enfrentamiento entre EE.UU. y la ex Unión Soviética al plano científico y tecnológico, y de la efervescencia provocada por los flamantes prodigios de la ciencia y sus aplicaciones a los diversos ámbitos de la vida cotidiana, la formación científica de los ciudadanos se convirtió en una preocupación central<sup>2</sup>. Se trata del momento caracterizado por algunos autores como la época dorada, en la cual se elaboraron importantes proyectos que fundamentalmente apuntaban a elevar los niveles académicos en la formación de especialistas en ciencia y tecnología desde la escuela básica hasta la Universidad. Tal es el caso del "Biological Sciences Curriculum Study" (más conocido como BSCS) o el "Proyecto Nuffield". Estas propuestas expresan ciertos rasgos del pensamiento curricular de la época: una apuesta a favor de la formación de carácter especializado y disciplinar, y la enseñanza del método científico y de habilidades ligadas a la indagación.

En efecto, diversos movimientos de renovación curricular -y no sólo en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales<sup>3</sup>- dieron prioridad a la estructura de las disciplinas como fuente privilegiada para la definición del contenido curricular. Phenix sintetiza con claridad esta posición:

*... el curriculum ha de estar formado en su totalidad del conocimiento procedente de las disciplinas, dado que estas muestran tal conocimiento en*

*formas susceptibles de ser enseñada... la educación debe ser concebida como una recapitulación, guiada, de los procesos de investigación que dieron lugar a los fecundos conjuntos de conocimiento organizado que comprende las disciplinas establecidas... (Phenix, 1964, en Stenhouse, 1984)*

En esta perspectiva, la fertilidad de las disciplinas científicas como fuente para la elaboración del currículum no se agota en la estructura conceptual que ellas ofrecen para la organización del contenido escolar, sino que abarca los modos de producción y validación de conocimientos propios a cada una de ellas. Elam sostiene que a través de esta manera de elaborar el programa de estudios se procura determinar qué conceptos, ideas clave y métodos de investigación considerados fundamentales por los especialistas permiten establecer una base para el diseño y organización del currículum (Elam, 1973). Schwab distinguió entre estructuras sustantivas, es decir, los conceptos estructurantes que dan respuesta a las principales preguntas de un campo de conocimiento, y la estructura sintáctica, esto es, los aspectos relativos a la comprobación, medición, elaboración de conclusiones, etc. (Schwab, 1973). La novedad de estas propuestas no residía sólo en el reconocimiento del aporte de las disciplinas como base para el currículum, sino en el desplazamiento del interés desde las "verdades de la ciencia" hacia los procedimientos a través de los cuales se reconocen, se establecen y perecen. En términos de Bruner (1969: 96)

*Instruir a alguien en esas disciplinas no es cuestión de obligarle a que aprenda de memoria los resultados, sino de enseñarle a participar en el proceso que hace posible el establecimiento del saber. Enseñamos una materia no para producir pequeñas bibliotecas vivientes sobre el particular, sino para conseguir que el estudiante piense matemáticamente por sí mismo, para que considere las cuestiones como lo hace el historiador y tome parte en el proceso de obtener conocimientos.*

Esta posición tiene un fuerte respaldo desde un punto de vista filosófico pues, aun con sus fallos, las disciplinas científicas disponen de mecanismos que permiten establecer la "mejor verdad" posible. Pero el diseño del currículum a partir de componentes estructurales deducidos de las disciplinas ha sido defendido además, por la economía del aprendizaje en virtud de la focalización en las ideas claves; la relevancia que cobran las relaciones entre los conceptos y la mejor transferencia del aprendizaje al centrarse en generalizaciones de amplia aplicación; la mayor motivación de los alumnos al utilizar el descubrimiento propio de la labor de los investigadores en la enseñanza; la facilidad para actualizar el currículum gracias a su estrecha vinculación con los campos de referencia (Michaelis, J.U., Grossman, R. H., Scott, L.F., 1974). Se confió en que la función de las escuelas mejoraría a partir de su vinculación más directa con los centros de investigación y la utilización de procedimientos de indagación disciplinados. La inclusión de los

procedimientos de investigación utilizados por los expertos en su campo en la enseñanza representó a una modificación profunda en la definición del contenido escolar y también en los enfoques metodológicos.

Paralelamente, el surgimiento y desarrollo de estudios psicológicos de orientación cognitivista y constructivista en las décadas siguientes, planteó nuevos temas de interés teórico y desafíos para la enseñanza. Las líneas teóricas son diversas y el impacto de las investigaciones es variado según las tradiciones de cada contexto, pero conjuntamente han puesto en evidencia los límites que impone el desarrollo cognoscitivo a la capacidad de comprensión de ciertas nociones y han contribuido de manera notable a una renovación de los enfoques didácticos. Al centrarse en sujetos en edad escolar y trabajar con nociones afines a algunos contenidos escolares, la caracterización de Piaget del desarrollo cognitivo fue vislumbrada como un marco explicativo privilegiado del desempeño del niño en la escuela; más aún, se creyó en la posibilidad de derivar de manera directa propuestas de enseñanza. Así, en la interpretación más radical de sus ideas, se entendió que el propósito de la escuela debía ser promover el desarrollo operatorio del sujeto y las nociones cuya génesis Piaget había estudiado se convirtieron en los contenidos escolares, presentadas en actividades semejantes a las utilizadas por en sus investigaciones (Hernández Rojas, 1998). La propuesta de Kamil y Devries (1978) para la enseñanza de la física y la química en el nivel preescolar y primeros años de la escuela primaria es un resultado de estos intentos.

Pero a esta etapa de "aplicaciones", siguió otra de búsqueda -"implicaciones". La cuestión comenzó a abordarse de una manera muy distinta de la asumida en los años setenta. Las investigaciones se volvieron menos genéricas y cada vez más interesadas en los aspectos conceptuales específicos implicados en cada caso. Este cambio de perspectiva dio lugar a numerosos estudios centrados en la construcción por parte del niño de nociones involucradas en los contenidos escolares, el papel de las representaciones, ideas previas y modelos mentales de los alumnos -según las diferentes denominaciones adoptadas por los enfoques<sup>4</sup>. Así se fue configurando una especie de "cartografía" de las concepciones o representaciones de los alumnos acerca de los contenidos físicos, químicos y biológicos habitualmente trabajados en la escuela. Se destacó la importancia de tipificar las representaciones infantiles, no sólo para conocer las distintas estrategias de apropiación del sujeto, sino también para diseñar situaciones didácticas que permitan un progreso efectivo en ese proceso<sup>5</sup>. Se desarrollaron también estudios de orientación cognitiva acerca de la naturaleza de los procesos de cambio conceptual (Carretero, 1996, Rodríguez Moneo, 1999, Bransford et al., 2000) y comparaciones entre el desempeño de expertos y novatos<sup>6</sup>. El impacto de este tipo de análisis se produjo principalmente al nivel del desarrollo de propuestas de enseñanza y de evaluación que pudieran promover

eficazmente el cambio conceptual y la resolución de problemas por parte de los estudiantes sobre la base de una comprensión profunda de los principios en juego. El diseño de contextos interactivos basados en la práctica deliberativa y el coaching, el bridging y el análisis jerárquico cualitativo de los problemas son algunos ejemplos de estrategias de enseñanza en esta dirección (Bransford et al., 2000).

Aunque con diferentes enfoques teóricos y metodológicos, esta serie de investigaciones puso el énfasis en el plano más psicológico de la cuestión, es decir, en la relación entre la estructura psicológica del sujeto y las características particulares de ciertos objetos de conocimiento escolar y las condiciones necesarias para que la enseñanza en el área pueda contribuir efectivamente al cambio conceptual y al desarrollo cognitivo en general.

Al mismo tiempo, comenzó a profundizarse el debate acerca de las finalidades de la educación científica. Sin duda, el movimiento desplegado bajo el emblema de la *Alfabetización científica* (en adelante, AC), ha ocupado una posición privilegiada en el discurso especializado. Si bien es cierto que la discusión acerca de los alcances del concepto de alfabetización y en particular de la alfabetización científica no es nueva<sup>7</sup>, ha adquirido recientemente nuevas facetas y significados en un contexto caracterizado por la extensión de la escolaridad obligatoria y la diversidad creciente de la población estudiantil.

La declaración de objetivos de la enseñanza de las ciencias para la década del 80 establecida por la Asociación de Profesores de Ciencias de los EE.UU. (NSTA) constituyó un hito importante en este sentido. En ese marco, se define a la persona alfabetizada científicamente como aquella capaz de:

- Utilizar conceptos científicos e integrar valores y saberes para adoptar decisiones en su vida cotidiana
- Comprender que la sociedad ejerce un control sobre las ciencias y las tecnologías, y asimismo que las ciencias y las tecnologías imprimen su sello en la sociedad
- Comprender que la sociedad ejerce un control sobre las ciencias y las tecnologías por la vía de las subvenciones que les otorga
- Reconocer tanto los límites como la utilidad de las ciencias y las tecnologías en el progreso del bienestar humano
- Conocer los principales conceptos, hipótesis y teorías científicas y ser capaz de aplicarlos
- Apreciar las ciencias y las tecnologías por la estimulación intelectual que suscitan
- Comprender que la producción de saberes científicos depende a la vez de procesos de investigación y de conceptos teóricos
- Saber reconocer la diferencia entre resultados científicos y opiniones personales
- Reconocer el origen de la ciencia y comprender que el saber científico es provisorio y sujeto al cambio según el grado de acumulación de los resultados

- Comprender las aplicaciones de las tecnologías y las decisiones implicadas en su utilización
- Poseer suficiente saber y experiencia como para apreciar el valor de la investigación y el desarrollo tecnológico
- Extraer de la formación científica una visión del mundo más rica e interesante
- Conocer las fuentes válidas de información científica y tecnológica y recurrir a ella cuando hay que tomar decisiones
- Tener una cierta comprensión de la manera en que las ciencias y las técnicas fueron producidas en la historia.

Resulta evidente a simple vista que alfabetizar en ciencias resulta una tarea compleja y de amplio alcance. La transmisión de los núcleos conceptuales y destrezas disciplinares constituye, en este planteo, sólo una de sus dimensiones. La adquisición del conocimiento científico debe articularse con el desarrollo de una comprensión relativa a la naturaleza de la empresa científica y del papel de las ciencias y las tecnologías en la vida cotidiana y en la sociedad en general.

Fourze, por su parte, señala que la alfabetización apunta a presentar en la escuela una idea de la ciencia como actividad al servicio de proyectos humanos:

*... una alfabetización científico-técnica debe pasar por una enseñanza de las ciencias en su contexto y no como una verdad que fuera un mero fin en sí misma. Alfabetizar científico-técnicamente... más bien significará, sin duda, que se tendrá conciencia de que las teorías y modelos científicos no son nunca bien comprendidos si no se capta por qué, en vías de qué, y para quién se han inventado... (Fourze, 1997:81)*

En su opinión, avanzar en esta perspectiva conlleva la decisión de renunciar al enfoque habitual de enseñanza de las ciencias, caracterizado por una orientación fuertemente propedéutica y disciplinar. Nuevamente, pareciera que la apropiación de un determinado corpus de conocimiento científico básico por parte de los estudiantes no puede constituir ya el horizonte último de la educación científica en la escuela.

Recientemente, Bybee (1997) ha distinguido cuatro tipos de alfabetización científica, que indican niveles de complejidad y profundidad crecientes:

- *alfabetización nominal*, en la cual los estudiantes identifican términos de carácter científico pero persisten en ofrecer explicaciones *naive* de los conceptos científicos basadas en concepciones erróneas,
- *alfabetización funcional*, en la que los estudiantes pueden describir ciertos rasgos de los conceptos científicos pero con una comprensión limitada de estos,
- *alfabetización estructural*, que implica el interés personal en el estudio de un concepto científico y la construcción de significados a partir de la experiencia,

- *alfabetización multidimensional*, por último, supone la posibilidad de advertir el lugar de las ciencias entre otras disciplinas, el conocimiento de la historia y naturaleza de la ciencia y la comprensión de las relaciones entre ciencia y sociedad. En definitiva, se trata de un nivel en el que los sujetos han desarrollado habilidades que les permiten plantear y responder interrogantes y apreciar el papel de la ciencia en sus propias vidas.

Paralelamente, adquieren impulso en el campo pedagógico las ideas provenientes de los estudios "Ciencia, Tecnología y Sociedad" (en adelante, CTS). Estos trabajos conforman en la actualidad un campo interdisciplinar dedicado a la comprensión de las relaciones entre ciencia y tecnología desde una orientación fuertemente histórica y social. Las preocupaciones se centran en el análisis de los factores económicos, políticos o culturales implicados en los desarrollos científicos y tecnológicos, y en las consecuencias de dichos cambios en la sociedad y el medio. De allí deriva un interés por promover la formación ciudadana y la participación informada en los procesos democráticos de toma de decisiones que incluyen las políticas culturales y científicas (Aikenhead, 1985; Medina y Sanmartín, 1990).

Las derivaciones pedagógicas y curriculares de estos enfoques destacan la necesidad de impulsar una visión más holística e integrada de las ciencias y las tecnologías y otorgar un énfasis mayor a las cuestiones morales que subyacen a los procesos de fragmentación y cambio acelerado. Asimismo, proponen destacar la relevancia social de la enseñanza de las ciencias y orientarla a la formación de ciudadanos más responsables y concientes. El centro de la enseñanza se desplaza hacia los problemas prácticos implicados en la relación entre ciencia, tecnología y sociedad en la vida cotidiana (Hansen y Olson, 1996; Acevedo, 2003; Ramsey, 1993). Como consecuencia de ello, se han desarrollado experiencias de diseño curricular centradas en el tratamiento de cuestiones específicas de interés social como, por ejemplo, el crecimiento de la población, las necesidades energéticas, las necesidades de alimentos y de vivienda y el manejo de los recursos naturales, entre otros.

Si bien el movimiento CTS presenta una diversidad de líneas internas y ha recibido críticas por la coexistencia en su seno de propósitos disímiles desde el punto de vista pedagógico<sup>8</sup>, algunos de sus principios han sido incorporados en varias de las recomendaciones internacionales sobre alfabetización científica para todas las personas (Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, 1999; Proyecto 2000+ de la UNESCO, 1994).

#### Finalidades pedagógicas y perspectivas acerca del contenido en el curriculum de ciencias

Durante la década del 90 se han llevado a cabo varios procesos de reforma en diferentes países en un contexto educativo marcado por la tendencia a la extensión de la escolaridad obligatoria. En opinión de Black (1996), los cambios fueron impulsados por diferentes razones de orden político y pedagógico. En muchos casos, se trata de una re-

acción frente al deterioro en los niveles educativos. Estos temores se fundan en la competitividad a nivel internacional y en la necesidad de formar recursos humanos adecuadamente calificados. En otros, las reformas vienen asociadas a la necesidad de promover una mayor inclusión y equidad en la oferta educativa. Por último, hay motivaciones para el cambio que están más cercanas a las prácticas de aula, en vistas a incorporar en las escuelas nuevos enfoques de enseñanza derivados de las investigaciones psicológicas y didácticas y ganar eficacia en la tarea pedagógica.

La necesidad de replantear el sentido de la educación científica se ha expresado en diferentes ámbitos, pero sin duda las acciones en el campo del currículum han constituido una de las piezas claves de la intervención política en materia educativa en los años recientes. Fundamentalmente, la construcción de un currículum es una empresa práctica que trata de solucionar problemas. Por eso, las relaciones entre teoría, políticas curriculares y tecnologías de diseño en contextos específicos no son directas. Están condicionadas, entre otros factores, por las ideologías y las posiciones de los actores involucrados en los distintos ámbitos del planeamiento curricular. Elmore y Sykes (1992) han subrayado el papel de las comunidades políticas clave -expertos académicos, editores comerciales y evaluadores, planificadores políticos estatales y locales, élites administrativas y grupos de interés- en el origen de las políticas curriculares. En opinión de los autores, la comprensión de cómo se toman las decisiones curriculares depende en parte de la comprensión de cómo estas comunidades políticas definen problemas y soluciones y cómo ejercen su influencia unas sobre otras.

Aun teniendo en cuenta estos procesos de mediación social y política, es dable suponer que en las propuestas curriculares puedan aparecer huellas de las líneas de pensamiento descriptas o que definan posiciones de acercamiento o desvío con respecto a ellas. Desde esta perspectiva, hemos efectuado una revisión de una serie de documentos con el propósito de caracterizar las decisiones adoptadas a la hora de definir el contenido y los propósitos de la alfabetización científica en el plano curricular<sup>9</sup>.

Si bien consideramos que el currículum escrito no permite dar cuenta en sentido cabal de la situación de la enseñanza de las ciencias en un contexto determinado -en tanto se trata de un primer nivel de definición de expectativas en materia educativa que luego es interpretado y configurado en situación local, constituye una primera aproximación al análisis de las tendencias pedagógicas y a los modos en que éstas se traducen en políticas y prescripciones de orden práctico.

Se ha trabajado con documentos de carácter curricular elaborados en diferentes países para la etapa de la escolaridad básica: "National Curriculum" (Department for Education and Employment, Qualification and Curriculum Authority, Reino Unido, 1999), "Benchmarks for Science Literacy for

Scientific Literacy" (American Association for the Advancement of Science, 1993), "Parâmetros Curriculares" (Secretaria de Educação Fundamental, Brasil, 1997, 1998), "Contenidos Básicos Comunes" (Ministerio de Educación, Consejo Federal de Cultura y Educación de la República Argentina, 1994), "Programas de la Escuela Primaria y del Collège" (Ministerio de Educación Nacional, Enseñanza Superior e Investigación, República de Francia, 2002)<sup>10</sup>, "Common Framework of Science Learning Outcomes" (Council of Ministers of Education, Canadá, 1997).

Se trata de textos de carácter curricular, aunque correspondientes a ámbitos de decisión diversos y con diferencias en su potencial de regulación de la práctica según los casos. Más allá de esto, hemos considerado que todos ellos constituyen herramientas curriculares en sentido amplio, en la medida que expresan una selección de contenidos a transmitir en un nivel educativo determinado en función de una previa definición de propósitos<sup>11</sup>.

La descripción de las propuestas permitió identificar algunos rasgos distintivos de los desarrollos recientes y los puntos de convergencia, así como ciertos matices en la interpretación acerca de qué se considera valioso enseñar en materia de educación científica. Estas diferencias muestran indudablemente la marca de algunas tradiciones pedagógicas y debates locales en materia de estructura y funciones del sistema educativo.

En primer lugar, aparecen indicios suficientes en los documentos de la preocupación por revisar los propósitos de la educación científica frente a las demandas de la sociedad y la cultura contemporáneas por un lado, y los desafíos planteados por la extensión de la escolaridad obligatoria, por el otro<sup>12</sup>.

La definición de las finalidades de la enseñanza de las ciencias se inserta así en un campo más amplio de problemas: ¿Cuál es la función de la escuela básica? ¿Cómo resolver la articulación entre su carácter terminal o propedéutico? ¿De qué modo redefinir trayectos anteriormente caracterizados por una oferta formativa orientada? Estas cuestiones pasan a ocupar un lugar destacado en el debate curricular y se reflejan en mayor o menor medida en los documentos. Se asume ampliamente que la enseñanza de las ciencias no se limita a ofrecer a los estudiantes la formación disciplinar básica que les permita proseguir estudios superiores. Por el contrario, ésta persigue una finalidad más amplia que alberga una vasta gama de preocupaciones referidas al modo en que la formación científica puede contribuir al desarrollo de capacidades de orden general, a la comprensión del mundo natural y técnico, al desarrollo personal, a la formación del ciudadano y del sujeto productivo. Esta observación coincide con lo señalado por Black (1996) acerca de la tendencia hacia el desarrollo de propuestas curriculares más centradas en problemas de relevancia directa e interés para los es-

tudiantes y los futuros ciudadanos, más que en las estructuras conceptuales de las disciplinas.

La educación científica debe permitir al sujeto seguir aprendiendo ciencias en niveles superiores del sistema, por cierto. Pero el conocimiento científico adquirido en la escuela debe legitimarse también por su valor personal y social, por las posibilidades que ofrece al sujeto de desarrollar su autonomía y su pensamiento, de interpretar el mundo y de enfrentar y solucionar los problemas que forman parte de su entorno cotidiano.

Si bien es posible advertir una corriente de pensamiento que establece un rumbo más o menos definido, los documentos ofrecen algunos matices en cuanto al sentido y alcances que otorgan a estos principios. A modo de ejemplo, el énfasis en la dimensión social puede ser entendido desde una perspectiva de formación de un ciudadano "informado", "crítico", "que pueda dar respuesta a los desafíos de la sociedad contemporánea", etc.

Algunas propuestas hacen suyo el lema de la AC, como el caso de los "Benchmarks for Science Literacy for Science Literacy"<sup>12</sup>. Se sostiene que la finalidad última de la AC es ayudar a las personas a vivir sus vidas de un modo interesante, responsable y productivo y que su contenido está dado por un conjunto de comprensiones y hábitos mentales que permitan a los ciudadanos acceder al significado de la empresa científica y tecnológica, otorgar sentido al modo en que funciona el mundo natural y el diseñado, pensar crítica e independientemente, reconocer, apreciar y sopesar explicaciones alternativas acerca de los fenómenos.

La AC también constituye un principio vertebral de la propuesta canadiense para la enseñanza de las ciencias. Es entendida, en este caso, como un conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes requeridas para el desarrollo de la indagación, la resolución de problemas y la capacidad de tomar decisiones, para continuar aprendiendo a

lo largo de la vida y mantener una sensación de asombro ante la realidad. Las finalidades específicas se definen en relación con cuatro ejes: la contribución de la educación científica a la participación informada de los sujetos en una sociedad tecnológica, la continuación de los estudios en una perspectiva de educación permanente, a la preparación para el mundo del trabajo y al desarrollo personal<sup>14</sup>.

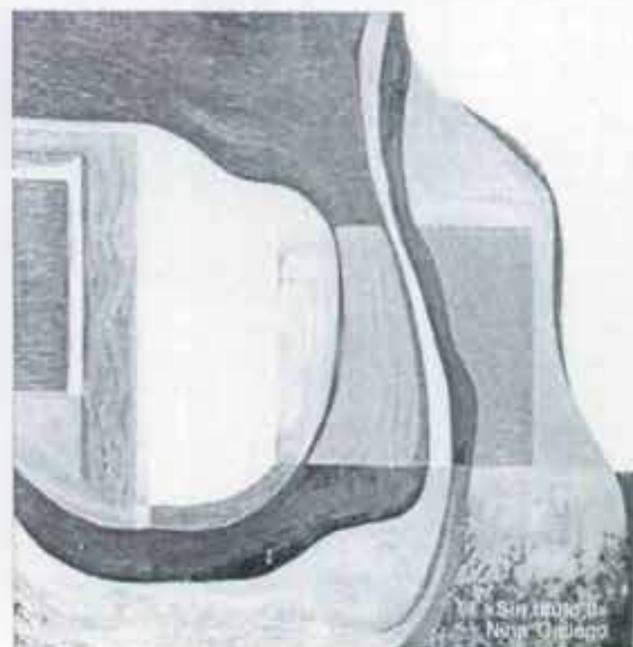
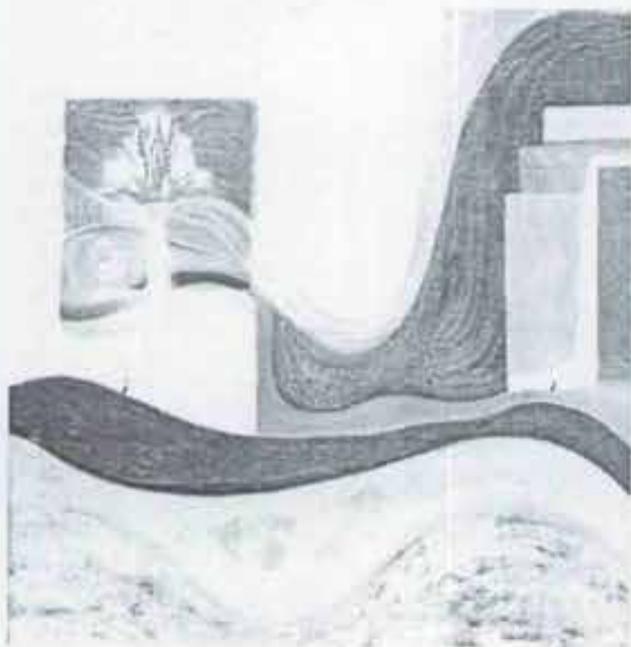
Los "Contenidos Básicos Comunes" de Argentina incluyen asimismo la idea de AC de modo expreso entre sus fundamentos<sup>15</sup> y la definen en términos de una competencia científica básica ligada al desarrollo de una comprensión de la estructura y dinámica del mundo natural y la adquisición de un modo de razonamiento y de una capacidad para resolver problemas. Se destaca además el valor de la formación en ciencias desde el punto de vista de la participación en la vida social comunitaria y la construcción de una sociedad democrática:

*...la práctica social actual, incluida la laboral, implica la interacción con diversos productos de la ciencia, y plantea demandas cada vez mayores de conocimientos científicos en la formación básica de los ciudadanos y las ciudadanas. (Contenidos Básicos Comunes: 112).*

Y finalmente, las contribuciones de la educación científica al desarrollo personal del sujeto, particularmente en lo que se refiere al pensamiento, el juicio crítico, la reflexión, la creación y la solución de problemas.

La ampliación de las finalidades de la educación en ciencias y el desplazamiento del eje disciplinar y propedéutico, se hace visible en otro grupo de documentos, aun cuando no incluyan referencias explícitas al concepto de AC.

Tal es el caso de los programas de Francia. En la propuesta para el "Collège", se asume que la



educación científica promueve el desarrollo de la cultura científica, que a la vez constituye una dimensión de la cultura general. El conocimiento científico adquiere su sentido pleno en el seno de proyectos intelectuales y culturales que lo justifican en términos de formación humana. Estas ideas van acompañadas de una tendencia a evitar una formación especializada en este nivel, que se expresa en algunos pasajes del documento<sup>16</sup>. Los propósitos correspondientes a la enseñanza de las ciencias experimentales están ligados a la transmisión de los elementos de la cultura científica que posibiliten a los estudiantes una comprensión del mundo, el desarrollo de un abordaje de tipo experimental y la formación del ciudadano a través de la promoción de la salud y el cuidado del medio ambiente.

Por su parte, los "Parámetros Curriculares" de Brasil ponderan de modo apreciable la dimensión sociocultural de la educación científica y ubican en primer plano sus ligaduras con la construcción de ciudadanía. El conocimiento científico y tecnológico debe contribuir a la formación del ciudadano crítico, permitirle una comprensión del mundo y sus transformaciones, analizar y cuestionar los modos de intervención del hombre en el medio y del empleo de los recursos naturales. Por otra parte, la inscripción del aprendizaje de las ciencias en el marco de la escolaridad obligatoria se interpreta como una necesidad de disminuir el énfasis de su carácter propedéutico<sup>17</sup>. En los planteamientos preliminares se destacan dos vertientes para la renovación de la enseñanza de las ciencias: renovar los propósitos de la educación científica en función de una nueva concepción de ciencia y, por otra parte, renovar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias a la luz de las nuevas concepciones del alumno y del profesor. Con respecto a la primera cuestión, se presentan numerosas alusiones a la ciencia y la tecnología como prácticas contextualizadas, históricas, no neutrales, cuya producción está ligada muchas veces a intereses políticos y económicos. Asimismo, en el segundo eje convergen consideraciones acerca del alumno como sujeto de conocimiento y acerca de las contribuciones del aprendizaje de las ciencias al desarrollo intelectual y la autonomía.

Finalmente, el "National Curriculum" es el documento más sucinto en lo que se refiere a declaraciones de principios y finalidades. Algunos pasajes hacen suya la idea de que la ciencia debe contribuir al desarrollo personal del alumno (a través del estímulo a la curiosidad, el pensamiento crítico y el razonamiento experimental) y a la comprensión del mundo que lo rodea y de los problemas que el desarrollo científico y tecnológico entraña<sup>18</sup>. Es posible suponer que la educación en ciencias se enmarca en las dos grandes finalidades establecidas para el currículum de la escuela obligatoria, que siguen, a su vez, las declaraciones del "Acta de Educación" de 1996: promover el desarrollo espiritual, moral, cultural, mental y físico de los estudiantes y prepararlos para las oportunidades, responsabilidades y experiencias de la vida adulta. Sin embargo, la interpretación del sentido y alcances de estas metas generales para el área ciencias naturales en particular no se concretiza en declaraciones específicas de principios y propósitos sino que

se juega, centralmente, en el plano de la definición del contenido.

En segundo lugar, es importante señalar que estos nuevos énfasis en la definición de propósitos no debieran interpretarse como una renuncia a ofrecer una formación básica de orden disciplinar. Con diferencias en la extensión y profundidad de la selección propuesta, este aspecto es atendido en todos los documentos. No obstante, hay suficientes señales de que la lógica que rige la definición del contenido no es solamente la que impone la estructura disciplinar. En ese sentido, la definición del contenido en los textos curriculares puede ser analizada en términos de tentativas de resolver la clásica tensión entre "contenidos académicos" y "contenidos para la vida".

Nuevamente, estas cuestiones se manifiestan en los textos de diversos modos. Las respuestas al problema presentan diferencias de énfasis o de grado. Pero también en el aspecto del contenido curricular privilegiado como vía del cambio. En todos los casos, la tentativa de apartarse de la matriz disciplinar como patrón de organización curricular resulta evidente. En algunos, además, la renovación del sentido formativo del conocimiento que las disciplinas ofrecen se expresa en la propia selección y formulación del contenido. Comentaremos algunos casos a título ilustrativo.

Los "Benchmarks for Science Literacy" representan un modo de resolver el problema. Se intenta dar cuenta de las finalidades renovadas de la educación científica a través de una estrategia básica de incorporación de nuevos elementos y dimensiones del contenido. En la formulación del contenido hay "espacios" altamente disciplinares dentro del texto, que evidencian el propósito de no renunciar, ni en alcance ni en profundidad, a la transmisión de los saberes disciplinares básicos que sostengan la función propedéutica de la escuela<sup>19</sup>. Pero, al mismo tiempo, se incluyen bloques específicamente orientados a desarrollar una comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología y a promover el cuidado de la salud y del medio y el análisis de los problemas derivados del desarrollo científico y técnico.

El documento también presenta una tendencia general hacia la integración de las áreas de contenido. Se organiza de acuerdo con un criterio que no es exclusivamente disciplinar y presenta algunos bloques que constituyen grandes áreas temáticas, como el caso de la salud, o que remiten a espacios de articulación, como el bloque destinado a las relaciones entre matemática, ciencia y tecnología<sup>20</sup>. A su vez, los capítulos se diferencian tanto en el tipo de enfoque que predomina en su denominación -más claramente disciplinar o más temático- como en las fuentes de referencia privilegiadas en la selección. En algunos casos, los capítulos reúnen contenidos procedentes de una o dos disciplinas y en otros presentan una mayor integración<sup>21</sup>.

En el caso de Francia, se observa que el peso de la discusión recae en las cuestiones de organización curricular, especialmente en el nivel del Collège, donde la idea de integración introduce sin duda una línea de ruptura. El currículum de ciencias para la escuela elemental presenta una organización areal. Las ciencias experimentales integran en el área "Descu-

brir el mundo" en el primer ciclo y en el área de "Educación Científica" en el segundo. En el nivel del Collège aparecen los "póles" como forma novedosa de agrupamiento curricular de las asignaturas. Además, incluyen los "itinéraires de découverte" (itinerarios de descubrimiento) en los dos últimos años, que constituyen trayectos curriculares específicos destinados al desarrollo de proyectos de carácter interdisciplinar por parte de los estudiantes<sup>22</sup>. El "pôle" correspondiente a la "Cultura científica y Técnica", que integra Matemáticas, Ciencias Experimentales y Tecnología, presenta los objetivos y saberes de referencia propios de cada uno de estos campos. A su vez, el área de las Ciencias Experimentales se divide en "Ciencias de la Vida y de la Tierra" y "Física y Química", e incluye saberes de referencia específicos para cada uno de estos agrupamientos disciplinares y competencias, que son capacidades ligadas al método científico comunes a todo el campo de las Ciencias Experimentales.

La propuesta de los "póles" refuerza, desde el discurso, la intención planteada anteriormente de evitar una excesiva especialización en este nivel. Sin embargo, no implica una puesta en cuestión de la legitimidad disciplinar<sup>23</sup> ni descuido de este aspecto. En efecto, la revisión de los conceptos y principios incluidos en los programas de Física y Química y Ciencias de la Vida y de la Tierra permite visualizar la referencia a la estructura disciplinar en la selección del contenido propuesta, más allá de algunas inclusiones referidas a la alimentación, cuidado de la salud y los recursos naturales.

Por último, de los documentos analizados, el caso de Brasil es quizás el que refleja más nitidamente un distanciamiento con respecto a la orientación disciplinar en el tratamiento del contenido, en favor de un enfoque más ligado a la comprensión del mundo natural y tecnológico y la formación de disposiciones en el orden personal y social. Los "Parámetros Curriculares" adoptan un criterio de organización areal para todos los ciclos de la EGB. A diferencia de los demás diseños, el área correspondiente a las Ciencias Naturales integra dentro de sí los contenidos correspondientes a Tecnología, que no conforma un área curricular independiente. Tanto los bloques de contenido como sus divisiones internas se refieren a grandes temas y áreas de la vida: ser humano y salud, vida y ambiente, tecnología y sociedad, tierra y universo<sup>24</sup>. Como es posible imaginar, la inclusión de Tecnología en el área propicia la articulación de los dos campos, pero al mismo tiempo limita la cantidad de tiempo de trabajo académico disponible para otros contenidos. La incorporación de un bloque completo relativo al estudio de las relaciones tecnología-sociedad así como la inclusión de nociones ligadas al cuidado del medio, al desarrollo de hábitos de higiene, de cuidado de la salud, de educación sexual, etc., deben ser compensadas necesariamente con supresiones.

Por otra parte, la selección del contenido no es sólo una cuestión de recorte sino también de enfoque. Y en este aspecto la formulación planteada también evidencia que la dimensión formativa de las ciencias descansa fuertemente en sus contribuciones a

una mayor comprensión del mundo, a la toma de decisiones en el plano personal y social, al desarrollo de hábitos y modos de pensar y de actuar<sup>25</sup>.

En tercer lugar, en lo que respecta a la propia definición del contenido, los documentos presentan una tendencia convergente hacia la incorporación de componentes que exceden la dimensión conceptual. Es evidente que la escuela debe enseñar habilidades ligadas al método científico y a las formas de pensamiento propias de las ciencias. Las destrezas y procedimientos referidos a la indagación, la observación, el planteo de hipótesis, etc. ocupan un lugar en la mayoría de los documentos. Y lo mismo puede decirse de las actitudes que se conciben asociadas a la actividad científica, por un lado, o a los propios asuntos y problemáticas incluidos en el área - salud y medio ambiente, fundamentalmente.

Se presentan, no obstante, variaciones en la denominación que adoptan estas formas de contenido y el grado de diferenciación interna entre las distintas dimensiones del contenido incluidas.

Con excepción de Brasil, los documentos marcan algún tipo de diferenciación interna entre los distintos tipos de contenidos.

En los "Benchmarks for Science Literacy" y el "Common Framework" de Canadá los agrupamientos se vinculan con la naturaleza del contenido en juego. Este rasgo es más marcado en el caso del documento canadiense, en el que es posible distinguir cuatro tipos de contenidos: los conocimientos -que refieren principalmente a la estructura sustantiva de las distintas disciplinas, las destrezas -que constituyen habilidades para el manejo de información, la planificación, el análisis, etc.- y las actitudes ligadas al empleo adecuado de la ciencia y la tecnología. Por último, un cuarto tipo de objetivos se incluye en la categoría denominada STSE (*Science, Technology, Society and Environment*), que apunta al desarrollo de una comprensión acerca de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, de las relaciones entre ciencia y tecnología y de los contextos sociales de la ciencia y la tecnología. En los "Benchmarks for Science Literacy" junto a los capítulos propiamente conceptuales, hay uno especialmente destinado a capacidades intelectuales de orden general -comunicación, respuesta crítica, observación, etc.- y actitudes (que llaman "hábitos mentales") y otro relativo a la naturaleza de la ciencia, que incluye los siguientes ejes: la visión del mundo científico, la investigación científica y la empresa científica.

En ambos casos, todos los contenidos se presentan secuenciados por ciclo. En el "Common Framework", además, el propio texto invita a articular las diferentes dimensiones de contenido contempladas porque se especifican los conocimientos, destrezas y elementos relativos a la naturaleza de la ciencia y la tecnología para cada uno de los bloques temáticos.

El "National Currículo" presenta cierta similitud en cuanto al tipo de contenido a transmitir en términos de pensamiento y método científico, aunque la formulación presenta algunos rasgos distintivos. En la línea de los documentos anteriores, se incluye un bloque sobre indagación científica en cada uno de los

ciclos, que es claramente independiente de los otros tres: "Seres vivos y procesos", "Materiales y sus propiedades" y "Procesos físicos". En cuanto a la estructura interna, este bloque es similar a los otros, pero se refiere particularmente a las relaciones entre ideas y evidencia en las ciencias y a las destrezas ligadas a la obtención, consideración y evaluación del material empírico. Si bien se centra en los aspectos más metodológicos del trabajo de indagación, aparecen enunciados referidos a principios, valoraciones, "comprensiones", y no sólo contenidos de orden procedimental. También aquí el propio texto recomienda un tratamiento articulado del bloque de Indagación Científica y los restantes, aunque la presentación no explicita el modo de hacerlo en cada caso.

Como veremos, los "Contenidos Básicos Comunes" y los programas del "Collège" también presentan formas de diferenciación interna entre los diversos tipos de contenido. Además, en ambos se incorpora la noción de competencia, aunque con diferente entidad en cada caso.

Los "Contenidos Básicos Comunes", como vimos, definen la alfabetización científica como una competencia científica básica. Sin embargo, la idea de competencia constituye en este caso más una orientación o perspectiva general que un componente estructural del contenido a tener en cuenta en el proceso de selección. De hecho, los contenidos no se formulan en términos de competencias sino que se adopta la tipología de Coll (1991), quien clasifica los contenidos en conceptuales, procedimentales y actitudinales. Los de orden procedimental y actitudinal se agrupan en bloques específicos, claramente independientes de los cuatro restantes, que son de carácter conceptual. Estos tipos de contenido reciben un tratamiento diferencial en el texto, ya que los procedimientos y actitudes no aparecen discriminados por ciclos, como en el caso de los contenidos conceptuales.

Por su parte, los programas del "Collège" introducen más fuertemente las competencias como componente del contenido. Su inclusión se sustenta en el propósito de aproximar a los estudiantes a la lógica del enfoque experimental, y comprenden capacidades comunes a las distintas disciplinas del área ligadas a la observación y manejo de datos, la utilización de herramientas diversas, la realización de experimentos sencillos, la comunicación, etc. Los saberes de referencia, en cambio, expresan en forma de ideas generales y principios la dimensión más conceptual de cada disciplina<sup>26</sup>. Si bien se trata de dimensiones diferenciadas en materia de contenido, los programas promueven su tratamiento articulado presentando en cada caso las competencias correspondientes para las distintas categorías de saberes.

Finalmente, Brasil es el único caso en el que los diferentes tipos de contenidos no aparecen discriminados en la formulación, aunque se explicita la presencia de dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales<sup>27</sup>.

Los ejemplos permiten apreciar que una propuesta curricular expresa el particular modo de resolver en cada contexto local los nuevos desafíos en materia de educación científica. Tal como señala Carligen (1998), las respuestas no surgen solamente

como compromisos en relación con análisis sustantivos, sino de una interacción entre factores que enmarcan el proceso, acontecimientos incidentales y consideraciones prácticas.

En este sentido, el análisis constata la influencia en las propuestas de las corrientes de pensamiento descriptas y la tendencia convergente a enfatizar la contribución formativa del aprendizaje de las ciencias en el plano del desarrollo personal y social. No obstante, también muestra una gama de alternativas que da cuenta de las orientaciones y prioridades de la política educativa, las tradiciones pedagógicas y las particularidades del contexto en cual una reforma curricular se inserta (estructura del sistema, constitución del profesorado, recursos, etc.).

Estas definiciones resultan de un difícil proceso de deliberación cuyo telón de fondo está constituido por un conjunto de problemáticas propias de la esfera curricular: ¿Cuál es el papel de los distintos grupos de influencia en la definición de problemas y soluciones? ¿A qué aspectos se desea dar continuidad y cuáles son las líneas del cambio? ¿Cómo se articulará el diseño curricular con la situación normativa y política general en materia de educación? ¿Quiénes elaboran el proyecto curricular y qué tipo de participación tienen? ¿Cómo vincular el trabajo de los distintos grupos y equipos técnicos a cargo del diseño? ¿De qué manera incorporar la perspectiva del profesorado en el proceso de diseño? ¿Cuáles son los propósitos de la escolaridad en cada nivel y de qué modo se articulan? ¿Qué conocimiento es legítimo, y por ende, valioso enseñar? ¿Qué debe ofrecer el currículum a la escuela y al profesor? ¿Sobre qué dimensiones de la tarea formativa operará el currículum: contenidos, pedagogía, evaluación, aspectos institucionales? ¿Qué criterios orientarán la selección, organización y secuencia de contenidos? ¿Hasta qué punto seguir la estructura disciplinar como matriz de selección del contenido? ¿Qué tipo de lenguaje permite expresar de modo más cabal la intencionalidad pedagógica del currículum?

Por último, las opciones expresadas en los documentos varían también en función del ámbito de decisión en el que se producen, en consecuencia, del carácter que tienen como instrumentos de regulación de la práctica. Por ejemplo, los "Benchmarks for Science Literacy" y los programas de Francia son ejemplos de propuestas muy disímiles desde este punto de vista. Se trata de un aspecto que merece ser considerado, en la medida en que estas diferencias indican mayor o menor distancia con respecto al "principio de realidad" que la práctica impone.

### El papel de la Historia de las Ciencias en la enseñanza de las ciencias

En el marco de este replanteo de las finalidades de la educación científica para la escolaridad básica, en diferentes ámbitos se ha vuelto la mirada hacia la Historia de las Ciencias y su potencial formativo en el currículum de ciencias, en tanto la perspectiva histórica permite recuperar los escenarios en los que originalmente los problemas han sido formulados, replanteados, abandonados o resueltos.

Se critica la escasa atención prestada a este aspecto en los enfoques tradicionales, más allá de alguna referencia escasa en los libros de texto. Habitualmente los contenidos son presentados de tal modo que los alumnos suelen experimentar la sensación de recibir los conceptos desde un absoluto. En efecto, tal como señalan Fourez y Mathy, 1997:210.

*...los alumnos entran a clase de ciencias bien decididos a creer en las verdades que se les propondrá 'que crean'. Si por ejemplo, la 'prueba' que se les presenta no los satisface, estimarán generalmente haberla comprendido mal, antes que cuestionar la teoría que se les propone 'que crean'.*

De esta forma, los saberes científicos parecen revestir un valor de verdad independiente de su historia y de los intereses intelectuales cambiantes que han intervenido en su desarrollo.

Sin duda, el interés por la inclusión de un enfoque histórico en la enseñanza presenta puntos de convergencia con los postulados de la Alfabetización científica y del enfoque CTS. Pero, además, se trata de una perspectiva defendible desde las corrientes epistemológicas contemporáneas y de los desarrollos recientes en Historia y Sociología de las Ciencias. Distintas vertientes de pensamiento coinciden en señalar que los científicos forman parte de comunidades cuya actividad está condicionada por el contexto social en el que actúan<sup>20</sup> y cuya tarea está fuertemente impregnada por modos de pensamiento y cosmovisiones incorporados a través de procesos de socialización. De este modo, la historia de la ciencia no puede concebirse como una sucesión continua de hechos y descubrimientos casi inmediatos de algunos personajes célebres. Por el contrario, la dinámica intelectual propia de la empresa científica se parece más a un proceso de invención teórica a través del cual se producen cambios progresivos en la manera de plantear los problemas (Fourez y Mathy, 1997).

Pero más allá del consenso en la fertilidad de un abordaje histórico en la enseñanza de las ciencias, existen matices en los modos de interpretar este principio general para el desarrollo de propuestas. Estas variaciones se vinculan con lecturas diferentes acerca de lo que constituye su valor formativo en la enseñanza de las ciencias. Reconstruimos, a modo de síntesis, algunas de las perspectivas emergentes en el campo de la Didáctica y la Didáctica de las Ciencias desde el punto de vista teórico. Como se verá, indican énfasis particulares sobre una u otra cuestión y no posiciones necesariamente excluyentes o antagónicas.

En primer lugar, la inclusión de un enfoque histórico en la enseñanza contribuiría a desarrollar una comprensión más adecuada de lo que es la naturaleza del conocimiento científico y de la empresa intelectual de la que participa el investigador. Según esta perspectiva, en los ámbitos educativos se promueve a menudo una visión distorsionada de lo que es la ciencia; suelen subestimarse los dificultosos conflictos y las prolongadas discusiones que tuvieron lugar en el seno de las disciplinas con vistas a determinar sus

respectivos marcos teóricos. La presentación de los temas en clave histórica podría poner de manifiesto que la actividad científica más que un avance continuo de carácter lineal, se asemeja a un proceso de resolución de problemas, que implica avances y retrocesos, a través de los cuales se van planteando diferentes relecturas teóricas acerca de las cuestiones estudiadas.

En esta línea de pensamiento, Fourez y Mathy (1997) han señalado que la opción por un punto de vista histórico puede constituir una vía de acceso privilegiada para transmitir una visión de la dinámica intelectual del trabajo científico más consistente con el pensamiento epistemológico contemporáneo. En franca oposición a la interpretación empirista, se trata de destacar los procesos de invención teórica, reconstruir los interrogantes planteados por los investigadores del pasado y las razones por las cuales esas cuestiones pudieron haberse definido como problemáticas.

Por otra parte, Bruner (1997, 1998), ha definido las características del modo de pensamiento narrativo en el marco de su perspectiva psicocultural de la mente. A través de su "postulado narrativo" puso de manifiesto que la habilidad para construir y comprender narraciones es crucial para la estructuración de la vida personal y la cohesión de una cultura. Una consecuencia educativa de este principio es que la escuela debería poner a disposición de los niños los mitos, los cuentos populares, las historias convencionales de su cultura. Para él, la conveniencia de incorporar las nuevas ideas en forma narrativa es válida también en el caso de la enseñanza de las ciencias:

*...convertir los acontecimientos que estamos explorando a la forma narrativa para subrayar mejor lo que es canónico y esperado en nuestra manera de observarlos, para que podamos discernir más fácilmente lo que es "sospechoso" y sin fundamento y lo que, por tanto, requiere una explicación. (Bruner, 1997:143).*

En opinión del autor, el proceso mismo de creación de la ciencia, puede entenderse como una serie de narraciones "casi heroicas" sobre resolución de problemas.

La recuperación de la narrativa en los primeros años de la escuela primaria fue defendida también por Egan. En sus trabajos dedicados a la escuela primaria impulsa la inclusión de relatos y narraciones de modo sistemático en el currículum por su potencial para propiciar la construcción de significados en los niños:

*La narración es la forma arquetípica en la que los elementos narrativos se unen en 'todas coherentes' para crear significados más amplios. Esta es la característica fundamental de nuestra forma de dar sentido a las cosas. Lo vemos en estado embrionario en las narraciones que cuentan los niños pequeños y, en otra forma, en las complicadas teorías de las ciencias físicas. En realidad, nuestras mentes no sólo actúan como espejos del mundo, sino que construyen una imagen de él en trama mental: conceptos, o como quera-mos llamarla. En esa construcción consiste nues-*

*tro siempre activo mecanismo de dar sentido que supone, sobre todo, la coordinación constante y cambiante de contextos y contenidos, la confección de nuestras imágenes del mundo en el contexto de nuestras pautas de comprensión, nuestras emociones y demás elementos mentales, y el ajuste de éstos con el conocimiento que adquiramos después a partir de lo que recibimos del mundo. (Egan, 1988: 112-113).*

En segundo lugar, y más claramente vinculado con los planteamientos del movimiento CTS, la introducción de elementos de Historia de las Ciencias podría contribuir a comprender más profundamente y a través de casos concretos las relaciones entre producción de conocimiento científico y contexto social. Un enfoque semejante se enmarca en una posición epistemológica más constructivista en tanto destaca las conexiones entre la actividad del investigador y la particular configuración del campo científico en un momento determinado; entre sus prácticas discursivas y sus respectivas posiciones sociales. Tal como señalan Hurtado de Mendoza y Drewes:

*El abordaje histórico resulta especialmente fértil para poner de manifiesto el proceso de producción del conocimiento científico y sus representaciones sociales, la formación y dinámica de las comunidades científicas, su retórica y su organización en instituciones. (2003:9).*

En el intento de construir un enfoque más humanista de la educación científica, Fourez y Mathy (1997) también resaltan los aportes de la enseñanza de la Historia de las Ciencias desde el punto de vista del desarrollo de la conciencia social y el juicio informado y crítico de los ciudadanos. Sobre este punto advierten que es posible impulsar desde la escuela ideas totalmente diferentes acerca de la ciencia y sus métodos, según sea la manera en que se presente la historia pasada o inmediata.

Si bien diferentes, ambos enfoques señalan las ventajas del enfoque histórico para el desarrollo en los alumnos de una visión más ajustada y rica de la naturaleza del conocimiento científico y de la dinámica de su producción, lo cual constituye sin duda una dimensión importante del proceso de alfabetización científica. Por otra parte, un tercer grupo de planteos pone el acento en las ventajas de un enfoque histórico en vistas a alcanzar una comprensión más profunda de la propia estructura sustantiva de las disciplinas que integran el área. La introducción de una perspectiva histórica permitiría, en este caso, recuperar el contexto en que los conceptos, modelos y teorías fueron desarrollados, los interrogantes, los problemas que se intentaban resolver y los supuestos en juego en cada caso.

En opinión de Levinas (2000), es fundamental que los alumnos comprendan que cualquier sistema de conocimientos surge y se desarrolla en un determinado marco histórico caracterizado por inquietudes precisas y controversias propias de enfrentar entre sí puntos de vista diferentes acerca de lo que es la realidad. Por eso, en lugar de presentar el conocimiento

tal como ha sido sistematizado a posteriori, se trata de procurar una discusión de aquellos principios que han puestos en juego, y que se hallan en la base de cada teoría. También se debe atender a las ideas que no han logrado imponerse -a veces altamente coincidente con las de los propios alumnos- para determinar qué factores internos y externos participan en la elaboración de cada saber. En síntesis, mediante la recuperación de los escenarios naturales de la construcción del conocimiento es posible explicitar cuál es el interés (histórico) en abordar un asunto particular y cuál es su relevancia.

En esta misma línea, Gagliardi (1988) señala que una de las consecuencias negativas que tiene la enseñanza ahistórica es que tiende a fomentar el aprendizaje arbitrario de la ciencia al eliminar las conexiones lógicas que existen entre el cuerpo de conceptos científicos y el conjunto de problemas a los que dan respuesta. Al eliminarse la conexión entre un problema y el conocimiento que surge como un intento de solución, los contenidos se aprenden como informaciones inconexas. Con ello se desaprovecha una ocasión única de aumentar la significatividad del aprendizaje ligando un problema conceptual con una solución. El fondo del enfoque histórico como ayuda al aprendizaje de la ciencia consiste precisamente en que los alumnos no aprendan simplemente una sucesión de conclusiones, sino en mostrar cómo se llegó a dichas conclusiones y qué alternativas se discutieron y descartaron y por qué motivos.

En cuarto lugar, se ha enfatizado también el valor formativo de la perspectiva histórica desde el punto de vista del tipo de experiencia de aprendizaje que lleva a cabo el alumno. Se sostiene en este caso que la reproducción de los contextos originales en los que algunos problemas fueron planteados puede promover una actitud más activa del alumno en el aprendizaje basada en la búsqueda de respuestas a interrogantes genuinos y la puesta en juego de sus propias ideas acerca de los fenómenos y situaciones.

Para Levinas (1998, 2000), la alfabetización científica debería apuntar a presentar una serie de problemas y de soluciones históricas a los mismos de forma tal que el alumno pueda reproducir los procesos y las metodologías propias de la investigación científica y, además, acceda a información relevante y de interés vinculada a dichas cuestiones. Por el contrario, en el enfoque vigente de la enseñanza de las ciencias al individuo se le impide desarrollar razonamientos compatibles con lo que él mismo observa, los cuales le permitirían, por sus propios medios, alcanzar explicaciones alternativas y legítimas, independientemente de que ellas resulten anacrónicas y erróneas. Como se ve, una propuesta de esta naturaleza implica efectuar una selección de temas, dar tiempo para que el sujeto pueda formularse preguntas legítimas y ensayar respuestas, trabajar con las ideas previas y explicaciones alternativas de los alumnos antes de presentar la solución aceptada, discutir las consecuencias de las explicaciones propuestas por ellos a partir de los pro y los contra de su propia interpretación. La posibilidad de pensar por sí mismo e interrogarse, formular hipótesis y elaborar teorías, aunque ellas sean primigenias y elementales, redundan, desde la pers-

pectiva del autor, en una mayor motivación del sujeto y un aprendizaje más genuino.

El planteo de Egan (1998) acerca del valor de los relatos en la enseñanza también destaca el tema de las motivaciones puestas en juego en la situación de aprendizaje. Según su opinión, las formas narrativas no sólo contribuyen a la construcción de sentidos desde un punto cognitivo. Su riqueza está ligada, además, al impacto que puede tener en el campo de la sensibilidad, la emoción, la motivación y la fantasía infantil.

Finalmente, la Historia de las Ciencias podría emplearse más bien como insumo para la elaboración de los diseños curriculares, como una estrategia en vistas a identificar los conceptos estructurantes de cada disciplina. Según Gagliardi (1986), estos conceptos no sólo son relevantes desde el punto de vista teórico-disciplinar, sino además desde una perspectiva psicológica, ya que se trata de nociones cuya adquisición contribuirá a una verdadera reestructuración del pensamiento del alumno:

*Se trata de conceptos que van a transformar el sistema cognitivo del alumno de tal manera que le van a permitir, de una forma coherente, adquirir nuevos conocimientos, por construcción de nuevos significados, o modificar los anteriores, por reconstrucción de significados antiguos. De ahí la importancia de tener en consideración las ideas previas de los alumnos en cuanto a la identificación de los conceptos estructurantes y de sus orígenes. (García Cruz, C., 1998:325)*

Una herramienta imprescindible para la identificación y el análisis de estos conceptos es la Historia de la Ciencia. Ésta nos va a ayudar a reconocer cuáles han sido los conceptos estructurantes que condicionaron el progreso científico (Gagliardi, 1986). Es importante, demarcar sus orígenes, para poder actuar, por un lado, sobre los propios conceptos estructurantes y, por otro, sobre las bases en las que se apoyan (Gagliardi, 1988; García Cruz, 1996).

Evidentemente, hay perspectivas más ambiciosas que otras en lo que se refiere a la incorporación de un enfoque histórico. La lectura histórica puede constituir simplemente un insumo previo al diseño curricular. O bien, la inclusión de elementos de Historia de las Ciencias puede efectuarse a través de la incorporación de nuevas dimensiones al contenido (perspectivas, informaciones) que permitan definir el contexto en el cual ciertos conceptos surgieron, lo cual puede implicar diferentes grados de reestructuración del contenido. Por último, la inclusión del enfoque histórico puede tener un alcance más cercano al corazón de la actividad del aula en la medida en que se promueve la creación de contextos de aprendizaje que faciliten la emergencia de las explicaciones infantiles y su articulación con las ideas de algunos científicos a través de la historia.

En los documentos analizados se observan diferencias relativas al lugar otorgado a la Historia de las Ciencias y al alcance de su inclusión. Pue-

de decirse que las propuestas se sitúan dentro de un continuo que va desde los casos en los que sólo hay menciones genéricas acerca del valor de una presentación histórica o referencias aisladas para el tratamiento de un concepto, hasta aquellos casos en los que se evidencia un énfasis mayor a través de la inclusión de bloques de contenido especialmente dedicados a ello. El "National Curriculum", los "Contenidos Básicos Comunes" y los programas de Francia podrían ser ejemplos de desarrollos que se ubican más cerca del primero de estos polos, y los "Benchmarks for Science Literacy", representarían la tendencia opuesta.

Por otra parte, estos elementos de Historia de las Ciencias se incorporan en diferentes componentes del texto curricular. Francia<sup>29</sup> y Argentina<sup>30</sup> incluyen referencias al tema en las declaraciones de propósitos y los pasajes destinados a exponer los fundamentos del proyecto. En el caso de Brasil, además, se introducen referencias expresas en las orientaciones didácticas, aunque en forma dispersa<sup>31</sup>. En otros casos, se incorpora la Historia de las Ciencias como una dimensión del contenido, a través de capítulos completos específicamente dedicados al tema -como en los "Benchmarks for Science Literacy"- o como un conjunto de objetivos dentro de un bloque mayor -como es el caso de los "Common Framework" de Canadá. El "National Curriculum", por su parte, no incorpora de manera abierta elementos históricos, pero introduce algunas referencias ilustrativas en con el fin de ejemplificar los rasgos del conocimiento científico<sup>32</sup>.

### Consideraciones finales

En nuestra opinión, lo que las posiciones hasta aquí reseñadas ponen de manifiesto es que la definición de la enseñanza de las ciencias no ha quedado al margen de la discusión curricular más amplia relacionada con la definición del contenido de la escolaridad. El contenido educativo es la articulación de determinados elementos culturales con ciertos propósitos formativos y un tratamiento pedagógico; contenido no es sinónimo de tema, sino que es una construcción resultante de procesos de selección, secuenciación y organización a través de los cuales se transforma un conocimiento producido en contextos sociales especializados en una versión adecuada para ciertos propósitos y accesible a unos destinatarios singulares (Stenhouse 1998; Lundgren, 1997; Bernstein, 1993; Chevallard, 1997). De algún modo, la definición del contenido es una elaboración que intenta responder a tres preguntas simultáneamente qué, para qué y a quiénes.

Pero mientras que la incidencia de la consideración de las características de los destinatarios es abiertamente aceptada -aun cuando pueda variar el tipo de conceptualización que de ellas se haga (estructura cognoscitiva, esquemas de conocimiento, conductas de entrada, etc.) de acuerdo con el marco psicológico que se asuma- las tensiones que introducen la diversidad de propósitos educativos en ocasiones 'se imponen', dando lugar a diferencias en la definición del contenido sin que se advierta el origen de los desacuerdos. Los propósitos no sólo expresan los resultados esperados de un programa educativo, sino que marcan la orientación del

conjunto de las acciones formativas, y de este modo definen lo que debe ser el contenido educativo.

Los propósitos articulan la dimensión política de la elaboración del currículum con los aspectos técnicos referidos a la definición del contenido, formas de enseñanza, y restantes componentes del diseño curricular. Por esa razón, no son asunto de acuerdo inmediato. Para Egan (2000) la mayor parte de las discusiones en educación se originan en diferencias acerca de los propósitos. A su criterio tres grandes preocupaciones han marcado la orientación de los sistemas educativos a lo largo de su evolución: la formación del ciudadano y del trabajador, el cultivo académico y el desarrollo personal del sujeto.

La primera orientación, *la formación del ciudadano y del trabajador*, centra su preocupación en la transmisión de los conocimientos, normas y valores que la sociedad y el mercado de trabajo requieren para su autopropagación. Esta preocupación homogeneizadora que describe Durkheim puede reconocerse tanto en las primeras prácticas educativas de las sociedades primitivas como en la escuela occidental moderna. Pero sin duda, alcanzó en la obra de Bobbit su expresión más sistemática:

*La teoría del currículum es simple. La vida humana, aunque variada, consiste en la realización de actividades específicas. La educación que prepara para la vida es la que prepara definitiva y adecuadamente al éxito de dichas actividades específicas\** (Bobbit, 1918).

En el pensamiento de los teóricos de la eficiencia social, la escuela debía pensarse como un sistema de producción al servicio de los insumos que la socie-

dad y la naciente empresa moderna requerían. De todos modos, y con matices, esta preocupación puede reconocerse en los planteos que intentan vincular la escuela a las prácticas sociales y profesionales de referencia.

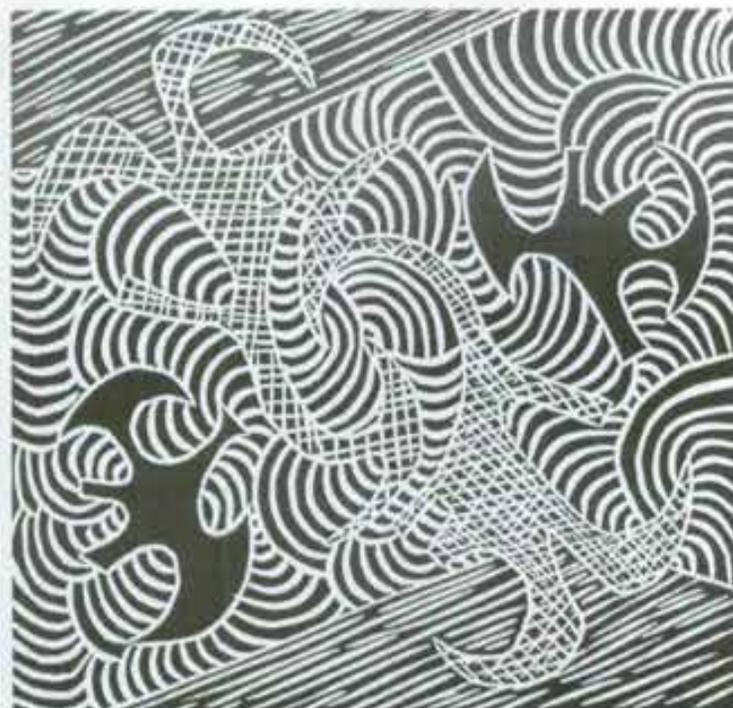
La segunda orientación enfatiza el *cultivo académico*; intenta proporcionar al estudiante una visión racional de la realidad a través de las estructuras conceptuales que ofrecen las disciplinas. En esta perspectiva, al igual que para Platón, no es educada la persona consustanciada con los conocimientos, destrezas y valores de su tiempo, sino aquella capaz de trascender las creencias, los prejuicios y los estereotipos de la época y establecer una base de certeza a través de formas de conocimiento que proporcionan las estructuras disciplinares. Esta idea permite justificar la enseñanza de contenidos que no se justifican por su utilidad inmediata y ha inspirado los movimientos de reforma curricular que identifican a las disciplinas como fuente privilegiada del contenido.

La tercera orientación se centra en el *desarrollo personal* del alumno. Pueden identificarse sus raíces en la obra de Rousseau y su continuidad en la obra de John Dewey, Jean Piaget, y los teóricos de la Escuela Nueva. Más recientemente, puede reconocerse una preocupación semejante en la propuesta no-directiva de Rogers. Todos estos planteos han puesto de manifiesto la necesidad de adecuar la educación a la naturaleza del desarrollo infantil y la importancia de promover de manera activa el despliegue de las potencialidades propias de cada ser humano.

Estas tres maneras de concebir los propósitos de la escolaridad marcaron la discusión curricular de la primera mitad del siglo XX, representada en los teóricos de la eficiencia social, la tradición humanista y el progresismo respectivamente. El gran aporte de la obra de

Tyler fue articular estas tres perspectivas en un modelo para la elaboración del currículum; a su criterio la definición de los fines de la educación requiere de la consideración de tres fuentes: la vida contemporánea; los intereses y necesidades de los alumnos; los aportes de las disciplinas. Tyler no desconoce que esta multiplicidad de fuentes puede dar lugar a un listado contradictorio de objetivos, pero confía en la psicología educacional y en la filosofía del centro escolar para corregir esas incompatibilidades. Para Egan, en cambio, cada uno de estas orientaciones es incompatible con las otras dos; al igual que los objetivos de las prisiones de castigar y rehabilitar, cuanto más se intente lograr uno de ellos, más difícil será lograr los otros dos.

Sin duda, el contexto de los 90 renueva este clásico debate en un contexto político y un clima intelectual que le imprime matices propios. La expansión del conocimiento científico-tecnológico, los profundos cambios culturales, la extensión de la obligatoriedad y la creciente diversidad de la población estudiantil configuran el escenario para la definición de las finalidades de la enseñanza de las ciencias en la actualidad. Sin pretensiones de saldar esta discusión, lo que se quiere señalar es que, en parte, las tendencias descriptas acerca de la enseñanza de las cien-



«Vuelo en el muro»  
Beatriz Di Nápoli

cias, pueden ser interpretadas como diferencias surgidas a partir de los propósitos que cada una de estas tres orientaciones enfatiza. También pueden entenderse como modos particulares de definir el *desarrollo personal, la formación del ciudadano y el trabajador y el cultivo académico* desde las diferentes vertientes de pensamiento. Asimismo, el análisis de las propuestas pone de manifiesto también que la definición de finalidades y contenidos implica además un posicionamiento con respecto a un segundo eje de tensiones en el currículum que se originan en torno a la articulación entre el carácter terminal y propedéutico de la escuela básica.

Por otra parte, el sentido que se le atribuye a la introducción del enfoque histórico en la enseñanza de las ciencias también puede ser también analizado a la luz de estas vertientes históricas. Enseñar los conceptos científicos desde un enfoque histórico puede redundar en beneficios desde el punto de vista académico - "es una vía para aprender con mayor eficacia y profundidad los núcleos de la disciplina", o desde el punto de vista psicológico del sujeto que aprende - "incrementa la motivación intrínseca y garantiza un aprendizaje significativo en tanto ofrece la posibilidad de poner en juego sus explicaciones acerca de los grandes enigmas que se han planteado los científicos a lo largo del tiempo" - o, finalmente, desde un punto de vista social - "contribuye a desarrollar miradas críticas y actitudes de responsabilidad social frente al problema de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad".

Por último, se hace evidente la idea de que enseñar ciencias en la escuela hoy constituye una tarea de apreciable complejidad. Efectivamente, resulta imprescindible garantizar un aprendizaje comprensivo de los conceptos científicos básicos. Queda claro también, y hay un marcado consenso al respecto, que las destrezas, métodos y modos de pensamiento propios de la actividad científica también forman parte de aquello que hay que aprender. Pero además, hay una preocupación cada vez mayor por garantizar que esos conocimientos adquiridos en el contexto escolar puedan ser movilizados en diferentes situaciones y contextos, en procesos de toma de decisión y resolución de problemas. Finalmente, las recientes interpretaciones de la idea de alfabetización científica de algún modo sugieren que todo eso no es suficiente aún. Es necesario inculcar en los alumnos un saber "acerca de" la ciencia, un tipo de comprensión particular acerca de la naturaleza de la ciencia como emprendimiento intelectual y actividad social, sus relaciones con el campo tecnológico y el papel que juega en la vida de los sujetos y en la sociedad más amplia.

En tanto el tiempo sigue siendo un recurso escaso en educación y los contextos de escolarización resultan a menudo adversos, el camino que se abre se nos muestra lleno de interrogantes y desafíos prácticos. Sabemos, ya lo advirtieron Bourdieu y Gros (1990), que la respuesta a los nuevos retos no puede provenir sólo de una estrategia "aditiva", es decir, de la incorporación progresiva de temas, perspectivas teóricas y dimensiones de análisis en los planes y programas. Ellos mismos advirtieron también que la selección de contenidos debe ser un intento por conciliar "exigibilidad" -es decir, la consideración de un saber como indispensable por razones científicas o sociales- y "transmisibilidad" -la posibilidad de que pueda ser transmitido, teniendo en

cuenta las capacidades de asimilación de los alumnos y la formación de los docentes. Tampoco parece estar la respuesta en el diseño de propuestas y dispositivos tan sofisticados que corran el riesgo de plantear un horizonte inalcanzable o de deslizarse hacia un modelo de formación de elites, como advierte Maragliano (1985). Parece que se nos escapa, afirma el autor, o se capta sólo en sus efectos más periféricos, el contraste hoy existente entre una escuela de masas y una didáctica basada en modelos de formación de elites. Asumir el análisis de las nuevas formas que adopta la escolarización implica, hacer una opción en el sentido de la calidad y empeñarse en la búsqueda de aquellas soluciones que permitan, aun actuando sobre una población diversa, avanzar hacia condiciones progresivamente elevadas para todos. En síntesis, no resulta sorprendente encontrar que, una vez más, como ocurre con el común de los problemas educativos, el discurso pedagógico debe hacer enfrentar la exigencia de articular criterios normativos, científico-racionales y de factibilidad en la construcción de sus propuestas.

#### Notas

<sup>1</sup> En Pinar, W. et al (1996) y Lazerson et al. (1987) se presenta una descripción más completa de los antecedentes de este movimiento y el contexto histórico e intelectual en el cual emerge.

<sup>2</sup> En la propuesta de Bruner para la enseñanza de las ciencias sociales en la escuela primaria "El hombre un tema de estudio", más conocida como MACOS (Man: a course of study) puede ubicarse también este movimiento. Una presentación de la propuesta puede encontrarse en: Bruner, J. (1986), op. cit.

<sup>3</sup> En el contexto francófono, por ejemplo, una gran cantidad de nociones escolares fueron objeto de investigación. Por ejemplo, en el campo de los conceptos físicos, químicos y biológicos pueden mencionarse los trabajos de André Giordan sobre la digestión, o de Joshua, Caillet y Closset sobre la corriente eléctrica. Ver Astolfi, (2001), op.cit. También se han desarrollado estudios referidos a las ideas infantiles con respecto a la forma de la Tierra. Pueden señalarse, en este sentido, los trabajos de orientación cognitiva acerca de los modelos mentales de los niños sobre la forma de la Tierra y las investigaciones realizadas dentro una perspectiva sociocultural acerca del papel que juegan las herramientas y artefactos culturales en sus interpretaciones (Vosniadou y Brewer, 1992; Ivarsson & J. Schoultz, 2002).

<sup>4</sup> Entre los trabajos de orientación constructivista, la propuesta de Giordan (1985) ilustra de modo representativo esta tendencia. Para él, el elemento importante del proceso educativo no es la ciencia que se trata de impartir sino principalmente la relación entre el alumno y la disciplina científica: permitir al niño o al adolescente apropiarse, construyéndolas, de las herramientas que le permitan dominar su cuerpo y su medio natural y social. Así, se propone construir una pedagogía heurística de la ciencia, sobre la base de tres parámetros: la relación del alumno con el saber y los instrumentos sobre los que se puede apoyar para apropiarse del saber, la estructura epistemológica e institucional del saber y las condiciones o las situaciones que favorecen la adquisición del saber, así como los tipos deseables de intervención del profesor.

<sup>5</sup> Un estudio clásico ha sido el de Chi et al. acerca de la resolución de problemas físicos. Los autores subrayaron la importancia del papel que juega en su resolución el manejo de las "grandes ideas y leyes" de la Física y la aplicación de principios primordiales en el desempeño experto, en contraste con la preocupación de los novatos en la identificación y manipulación de ecuaciones que podrían estar ligadas al problema. (Chi et al., 1981)

<sup>6</sup> Lazerson et. Al. (1987) presentan una interesante dis-

cusión acerca de los posibles sentidos del concepto de alfabetización.

Las diferentes posiciones asumidas por los partidarios del enfoque con respecto al peso que debe tener la formación propedéutica en la educación científica ilustra claramente esta afirmación. Mientras algunos trabajos tienden a plantear una oposición entre las metas CTS y el carácter habitualmente propedéutico de la enseñanza de las ciencias en la escuela (Acevedo Díaz, J. A., 2004), otros insisten en no promover este tipo de antagonismos en las interpretaciones: "Pero la atención a esta dimensión CTS en la enseñanza no debe interpretarse como una "desviación" destinada a hacer la ciencia asequible a todos los ciudadanos, para dirigirse a estudiantes la mayoría de los cuales no están preparados ni interesados por la ciencia, lo que obliga a un enfoque más sencillo de las disciplinas, perjudicando claramente la preparación de los que pretenden ser científicos." (Vilches et al., 2001:75)

En el análisis de documentos curriculares participaron Natalia Gardyn, Gabriela Rodríguez y Alicia Singerenko, estudiantes de la Carrera de Ciencias de la Educación, UBA. En el trabajo con los textos se han priorizado las siguientes dimensiones: definición de finalidades de la enseñanza de las ciencias en la escuela y las fuentes de referencia que están en la base de la definición de propósitos, contenidos (interesa ver cuáles son los componentes del contenido, los criterios de selección privilegiados y su clasificación), la incorporación de elementos de Historia de las Ciencias (qué elementos se incluyen, en qué componentes curriculares).

<sup>10</sup> Se ha consultado también el documento "¿Qu'apprend-on au collège?", Ministerio de Educación Nacional, Enseñanza Superior e Investigación, República de Francia (2002); Editions CNDP - XO.

<sup>11</sup> Por ello se han incluido en el análisis algunos documentos que expresamente declaran no constituir un proyecto curricular en sentido estricto, como los "Contenidos Básicos Comunes" o los "Benchmarks por Science Literacy".

<sup>12</sup> Camilloni (1996) presenta un análisis de esta cuestión para el caso argentino. Allí se plantea el impacto que implica la extensión de la obligatoriedad en el juego de relaciones entre el carácter terminal y propedéutico de la EGB y el Polimodal.

<sup>13</sup> "Project 2061 promotes literacy in science, mathematics, and technology in order to help people live interesting, responsible, and productive lives. In a culture increasingly pervaded by science, mathematics, and technology, science literacy requires understandings and habits of mind that enable citizens to grasp what those enterprises are up to, to make some sense of how the natural and designed worlds work, to think critically and independently, to recognize and weigh alternative explanations of events and design trade-offs, and to deal sensibly with problems that involve evidence, numbers, patterns, logical arguments, and uncertainties" (Benchmarks on line; <http://www.project2061.org/tools/benchol/bchin.html>).

<sup>14</sup> Specifically, science education aims to:

- encourage students at all grade levels to develop a critical sense of wonder and curiosity about scientific and technological endeavours

- enable students to use science and technology to acquire new knowledge and solve problems, so that they may improve the quality of their own lives and the lives of others

- prepare students to critically address science-related societal, economic, ethical, and environmental issues

- provide students with a foundation in science that creates opportunities for them to pursue progressively higher levels of study, prepares them for science-related occupations, and engages them in science-related hobbies appropriate to their interests and abilities

- develop in students of varying aptitudes and interests a knowledge of the wide variety of careers related to science, technology, and the environment (Common Framework of

science learning outcomes, *The scientific literacy needs of Canadian students and society*).

<sup>15</sup> "En términos amplios, la alfabetización científica debería incluir una concepción de la estructura y dinámica del universo natural, capacidades de indagación exploratorias y experimentales, y el uso de sus específicas representaciones simbólicas. Lo que identifica a quienes la poseen es su capacidad y disposición para diseñar cursos de acción adecuados en el momento de enfrentar un problema o tomar una decisión. La ciencia puede y debe enseñarse de manera que los alumnos y alumnas puedan emplearla en su vida diaria y extenderla en una dimensión social..." (Contenidos Básicos Comunes: 111)

<sup>16</sup> "Au niveau du collège, le but de l'enseignement n'est pas de former des spécialistes. Il est donc nécessaire de montrer comment les savoirs disciplinaires peuvent entrer en cohérence et acquérir une signification plus vaste au sein de projets intellectuels et culturels qui les dépassent et les justifient en terme de formation humaine." ("¿Qu'apprend-on au collège?", 2002:11)

<sup>17</sup> "Ao se considerar ser o ensino fundamental o nível de escolarização obrigatório no Brasil, não se pode pensar no ensino de Ciências como um ensino propedéutico, voltado para uma aprendizagem efetiva em momento futuro. A criança não é cidadã do futuro, mas já é cidadã hoje, e, nesse sentido, conhecer ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e viabilizar sua capacidade plena de participação social no futuro." (Parâmetros Curriculares, Volume 4, Ciências Naturais, 22-23)

<sup>18</sup> The importance of science  
*Science stimulates and excites pupils' curiosity about phenomena and events in the world around them. It also satisfies this curiosity with knowledge. Because science links direct practical experience with ideas, it can engage learners at many levels. Scientific method is about developing and evaluating explanations through experimental evidence and modelling. This is a spur to critical and creative thought. Through science, pupils understand how major scientific ideas contribute to technological change - impacting on industry, business and medicine and improving quality of life. Pupils recognise the cultural significance of science and trace its worldwide development. They learn to question and discuss science-based issues that may affect their own lives, the direction of society and the future of the world.] (Benchmarks por Science Literacy on line; <http://www.project2061.org/tools/benchol/bchin.html>)*

<sup>19</sup> El siguiente conjunto de enunciados correspondiente al capítulo "Estructura de la Materia" para el último tramo curricular ilustra claramente esta afirmación:

"By the end of the 12th grade, students should know that:  
 -Atoms are made of a positive nucleus surrounded by negative electrons. An atom's electron configuration, particularly the outermost electrons, determines how the atom can interact with other atoms. Atoms form bonds to other atoms by transferring or sharing electrons.

-The nucleus, a tiny fraction of the volume of an atom, is composed of protons and neutrons, each almost two thousand times heavier than an electron. The number of positive protons in the nucleus determines what an atom's electron configuration can be and so defines the element. In a neutral atom, the number of electrons equals the number of protons. But an atom may acquire an unbalanced charge by gaining or losing electrons.

-Neutrons have a mass that is nearly identical to that of protons, but neutrons have no electric charge. Although neutrons have little effect on how an atom interacts with others, they do affect the mass and stability of the nucleus. Isotopes of the same element have the same number of protons (and therefore of electrons) but differ in the number of neutrons.

*-The nucleus of radioactive isotopes is unstable and spontaneously decays, emitting particles and/or wavelike radiation. It cannot be predicted exactly when, if ever, an unstable nucleus will decay, but a large group of identical nuclei decay at a predictable rate. This predictability of decay rate allows radioactivity to be used for estimating the age of materials that contain radioactive substances."*

<sup>20</sup> Los capítulos son: 1) La Naturaleza de la Ciencia, 2) La naturaleza de las matemáticas, 3) La naturaleza de la tecnología, 4) El entorno físico, 5) El mundo viviente, 6) El organismo humano, 7) La Sociedad Humana, 8) El mundo diseñado, 9) El mundo matemático, 10) Perspectivas históricas, 11) Temas Comunes, 12) Hábitos de la mente.

Ejemplos del primer caso serían los como es el caso de "El entorno físico", "El mundo viviente", y del segundo el bloque sobre "El organismo humano", que incluye: "La identidad humana", "El desarrollo humano", "Las funciones básicas", "El aprendizaje", "La salud física" y "La salud mental".

<sup>21</sup> Los alumnos deben participar de estos proyectos durante dos horas semanales bajo la coordinación de profesores de diferentes asignaturas implicadas. La propuesta promueve el desarrollo de tareas de investigación, trabajo en equipo, etc.

*"Cos pôles ne remettent pas en cause la légitimité des disciplines. Ils ne constituent pas non plus une strate supplémentaire qui s'ajouterait à un empiement des savoirs déjà dénoncé à juste titre. Au contraire, en visant à réduire les effets de juxtaposition, ils proposent un réseau de références permettant aux rédacteurs de programmes comme à leurs utilisateurs, professeurs ou élèves, de mieux organiser les savoirs, de les faire, pour ainsi dire, dialoguer et coopérer entre eux. Ainsi reliés, les différents apprentissages peuvent se transformer de manière plus harmonieuse, plus sensée et plus cohérente en une véritable culture."* ("¿Qu'apprend-on au collège?", 2002: 13)

<sup>22</sup> Los bloques para 1er y 2º ciclo son tres: "Recursos tecnológicos", "Ser humano y salud", "Ambiente". En el 3er y 4º ciclo se agrega un bloque y se modifica ligeramente la denominación de los demás: "Tecnología y sociedad", "Vida y ambiente", "Ser humano y salud", "Tierra y Universo".

Un ejemplo permitirá ilustrar esta afirmación. En Tercer Ciclo, los ejes destacados para el bloque "Ser humano y salud" son los siguientes: los alimentos como fuentes de energía, valores nutricionales, derechos del consumidor, procesos relacionados con la nutrición del organismo, ciclo menstrual y de eyaculación, embarazo, anticoncepción, contracepción, enfermedades de transmisión sexual, sexo seguro.

En relación con esos ejes, los criterios de evaluación propuestos al finalizar el ciclo son los siguientes:

*-Reconhecer transformações de matéria em processos de produção de alimentos artesanais ou industriais, ou outro processo que tenha investigado, identificando a preparação ou separação de misturas, descrevendo as atividades humanas envolvidas e avaliando vantagens ou problemas ligados ao ambiente e ao conforto.*

*-Elaborar dieta balanceada para seu próprio consumo, descrevendo o aspecto cultural presente em sua alimentação, explicando a digestão dos alimentos e a nutrição do corpo.*

*-Descrever as etapas do ciclo menstrual e o caminho dos espermatozoides na ejaculação para explicar a possibilidade de gravidez e a disseminação de Aids na ausência de preservativos."* (Parámetros Curriculares, Volumen 4, Ciencias Naturales: 85)

<sup>23</sup> \* *Compétences communes aux sciences expérimentales*

*-S'informer, en particulier observer, saisir des données, exploiter des documents*

*-raisonner, notamment classer, mettre en relation*

*-adopter une démarche expérimentale, faire preuve d'esprit critique pour résoudre un problème scientifique*

*-utiliser des outils divers : loupe à main ou binoculaire, microscopes, ordinateur, instruments de mesure et de*

*présentation d'images (appareil photographique, caméra...); (...)*

*Savoirs en physique et chimie*

*À l'issue du collège, l'élève sait que la compréhension du monde matériel dépasse la simple perception des sens.*

*Il doit avoir compris*

*-que des lois régissent le comportement de la matière ;*

*-que la matière est formée d'atomes et de molécules ;*

*-que le courant électrique est transporté par des entités chargées (électrons, ions) ;*

*-que la matière se conserve mais peut se transformer sous l'action de réactions chimiques..."* ("¿Qu'apprend-on au collège?" 53-54)

<sup>24</sup> *"Conteúdos para o segundo ciclo relativos a fatos, conceitos, procedimentos, valores e atitudes.*

*-estabelecimento de relação entre troca de calor e mudanças de estados físicos da água para fundamentar explicações acerca do ciclo da água;(...)*

*-comparação de solos de diferentes ambientes relacionando suas características às condições desses ambientes para se aproximar da noção de solo como componente dos ambientes integrado aos demais(...);*

*-estabelecimento de relações de dependência (cadeia alimentar) entre os seres vivos em diferentes ambientes;*

*-elaboração de perguntas e suposições sobre as relações entre os componentes dos ambientes."* (Parámetros Curriculares: 61-62)

<sup>25</sup> Como es sabido, en el campo epistemológico, la obra de Kuhn se ha destacado por su orientación social e histórica. De particular importancia para este trabajo es la distinción establecida entre historia interna y externa de la ciencia. Sus ideas han jugado un papel decisivo en el desarrollo de un enfoque constructivista en Historia de las Ciencias. Así, junto con los aportes provenientes de la Antropología y la Sociología del Conocimiento se han llevado a cabo desde la década del 70 numerosos estudios alrededor de los procesos de construcción social del conocimiento científico (Hurtado de Mendoza, D. y Drewes, A., 2003)

<sup>26</sup> Los programas de las diversas materias no incluyen referencias específicas al tema entre los contenidos. El reconocimiento del valor de la perspectiva histórica para el aprendizaje de las nociones científicas se plantea como recomendación general en el documento introductorio: *"On le voit: au-delà des contenus disciplinaires, il est indispensable de fournir à tous les collégiens quelques éléments d'une culture scientifique nécessaire à la compréhension du monde. Ils doivent comprendre que la complexité peut être décrite par quelques lois universelles et quelques concepts unificateurs. Ils doivent avoir acquis, à la fin du collège, une première représentation cohérente de l'Univers. Pour ce faire, il ne faut pas hésiter à faire appel à la dimension historique des sciences et des techniques. Le meilleur moyen d'expliquer une notion scientifique difficile est souvent de raconter les conditions historiques de sa découverte. C'est l'occasion d'établir des liens fructueux avec le pôle " culture des humanités " Les principaux repères de la culture scientifique et technique pourront constituer là aussi des thèmes privilégiés pour les itinéraires de découverte."* ("¿Qu'apprend-on au collège?" 17)

En los Contenidos Básicos Comunes se incluye una referencia indirecta al tema en la Introducción:

*"Al comenzar el tratamiento de los contenidos no está de más recordar que de Aristóteles a Leonardo da Vinci, de la Antigüedad hasta el Renacimiento, las ciencias naturales se vieron desde una perspectiva globalizadora que recuperó también aspectos de las artes, la matemática y la estética. Esta unidad se fragmentó a medida que tuvo lugar un acentuado proceso de especialización. Los problemas tomados por las cien-*

cias naturales han cambiado y cambian en el tiempo; la astronomía, la química y, más recientemente, la electrónica, la computación, la biofísica y la biología molecular, entre otras, se han ido estableciendo como disciplinas separadas a medida que avanzaban en la construcción de sus propios cuerpos conceptuales." (Contenidos Básicos Comunes, Ciencias Naturales, EGB: 112).

Como se ve, se trata de una mención de carácter general acerca de la progresiva especialización del conocimiento científico a lo largo del tiempo. Más allá de esto, el documento no plantea contenidos específicos referidos a la Historia de la Ciencia ni incorpora recomendaciones puntuales relativas a la presentación del contexto de surgimiento de determinados conceptos.

La importancia de recurrir a la Historia de las Ciencias queda planteada en la fundamentación del área del siguiente modo: "A História da Ciência tem sido útil nessa proposta de ensino, pois o conhecimento das teorias do passado pode ajudar a compreender as concepções dos estudantes do presente, além de também constituir conteúdo relevante do aprendizado. Por exemplo, ao ensinar evolução biológica é importante que o professor conheça as idéias de seus estudantes a respeito do assunto, que podem ser interpretadas como de tipo lamarckista. O mesmo pode ser dito do estudo sobre o movimento dos corpos, em que é freqüente encontrar, entre os estudantes, noções que eram aceitas na Grécia clássica ou na Europa medieval." (Parâmetros Curriculares: 21). Este principio general se expresa en algunas recomendaciones didácticas planteadas en otros apartados del documento. Por ejemplo, se propone el trabajo comparativo con teorías diversas y la lectura de textos "paradidácticos" que introduzcan elementos de Historia de las Ciencias.

1) *Students should be taught*  
-that science is about thinking creatively to try to explain how living and non-living things work, and to establish links between causes and effects [for example, Jenner's vaccination work]  
-about the interplay between empirical questions, evidence and scientific explanations using historical and contemporary examples [for example, Lavoisier's work on burning, the possible causes of global warming]

En el Key Stage 4, que no corresponden a la educación básica, figuran los siguientes ejemplos:

1) *Students should be taught*  
-how scientific ideas are presented, evaluated and disseminated [for example, by publication, review by other scientists]

-how scientific controversies can arise from different ways of interpreting empirical evidence [for example, Darwin's theory of evolution]

-ways in which scientific work may be affected by the contexts in which it takes place [for example, social, historical, moral, spiritual], and how these contexts may affect whether or not ideas are accepted]

## BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO DÍAZ, J. A. (2004). "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía" en Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 1, Nº 1.
- ACEVEDO DÍAZ, J. A., A. VAZQUEZ ALONSO y A. MANESERO MAS (2003). "Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas" en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 2 Nº 2.
- AIKENHEAD, G.S. (1985). "Science curricula and social responsibility" en R.W. BYBEE (ed.) *Science-Technology-Society*. Washington DC: NSTA.
- ASTOLFI, J. P. (2001). *Conceptos clave en didáctica de las disciplinas*. Sevilla, Diada Editora.
- BERNSTEIN, B. (1993). *La estructura del discurso pedagógico*. Madrid, Morata.
- BRANSFORD, J., A. BROWN AND R. COCKING (eds). *How people learn*. Washington, National Academy Press.
- BLACK, P. (1996). "Innovation and Change in Science Education".  
<http://curie.umd.umich.edu/TeacherPrep/184.pdf>
- BOURDIEU, P. y GROS (1990). "Principios para una reflexión sobre los contenidos de la enseñanza" en *Revista de Educación*, Nº 292.
- BRUNER, J. (1969). *Hacia una teoría de la instrucción*. México DF, Uthea.
- (1998). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid, Morata.
- (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid, Visor.
- (1998). *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona, Gedisa.
- BYBEE, R. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practical action*. Portsmouth, NH, Heinemann.
- CAMILLONI, A. "Los niveles de la Educación General Básica y el Polimodal. Articulación entre su carácter terminal y propedéutico" en CAMILLONI et. al. (1996) *Debates pendientes en la implementación de la Ley Federal de Educación*. Buenos Aires, Novedades Educativas.
- CARLGREN, I. (1998). "¿Curriculum nacional como compromiso social o política discursiva? Reflexiones sobre el proceso de configuración del curriculum" en *Revista de Estudios del Curriculum*, Volumen 1, Nº 2. Barcelona, Ediciones Pomares-Corredor.
- CARRETERO M. (1996). *Construir y enseñar las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires, Aique Grupo Editor.
- CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del Saber Sabio al Saber Enseñado*. Buenos Aires, Aique Grupo Editor S.A.
- CHI, M. T. H., P. FELTOVICH & R. GLASER (1981). "Categorization and representation of physics problems by experts and novices" en *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- COLL, C. (1991). *Psicología y curriculum*. Barcelona, Paidós.
- EGAN, K. (1991). *La comprensión de la realidad en la educación infantil y primaria*. Madrid, Morata.
- (2000). *Mentes educadas*. Bs. As., Paidós.
- ELAM, S. (comp.) (1973). *La educación y la estructura del conocimiento*. Buenos Aires, El Ateneo.
- ELMORE, R. y G. SYKES (1992). "Curriculum policy" en JACKSON, P. (ed.) *Handbook of research on curriculum*. New York, Macmillan.
- FOUREZ G. (1997). *Alfabetización científica y tecno-*

- lógica*. Buenos Aires, Colihue.
- FOUREZ, G. Y P. MATHY (1997). "La ambigua historia de las ciencias en la enseñanza" en FOUREZ, G., op.cit.
- GAGLIARDI, R. (1988). "Cómo utilizar la Historia de las Ciencias en la enseñanza de las ciencias" en *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6 (3).
- GARCÍA CRUZ, C. M. (1998). "De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología" en *Enseñanza de las ciencias*, 16 (2).
- GIORDAN, A. (1985). *La Enseñanza de las Ciencias*. Siglo XXI, Madrid.
- HANSEN, K. y J. OLSON, (1996). "Science, technology and society movement as Bildung" en *Journal of Curriculum Studies*. Vol. 28, Nº 6.
- HERNÁNDEZ ROJAS, G. (1998). *Paradigmas en psicología de la educación*. Bs. As., Paidós.
- HURTADO DE MENDOZA, D. y A. DREWES (2003). *Tradiciones y rupturas. La historia de la ciencia en la enseñanza*. Buenos Aires, UNSAM, Jorge Beduino Ediciones.
- IVARSSON & J. SCHOULTZ. "Map reading versus mind reading. Revisiting children's understanding of the shape of the earth" en LIMÓN M. & L. Mason (eds.) *Reframing the processes of conceptual change*. Dordrecht: Kluwer, 2002.
- KAMII, C. y DEVRIES (1983). *El conocimiento físico en la edad preescolar. Implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid, Siglo XXI (primera edición en inglés 1978).
- LAZERSON, M., J. BOLCK MCLAUGHLIN, B. MCPHERSON y S. K. BAILEY (1987). *Una educación de valor*. México, Ediciones Prisma.
- LEVINAS M. L. (1998). *Conflictos del Conocimiento y Dilemas de la Educación*. Buenos Aires, AIQUE Grupo Editor.
- (2000). *Historia de las Ciencias, transmisión de conocimientos y participación social*. Oficina de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Letras (OPFYL), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- LUNDGREN, U. (1992). *Teoría del currículum y escolarización*. Madrid, Morata.
- MARAGLIANO, R. y otros (1986). *Teoría da Didática*. Sao Paulo, Cortez Editora.
- MEDINA M. Y J. SANMARTÍN (eds.) (1990). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad en la educación y en la gestión pública*. Barcelona, Antrophos.
- MICHAELIS, J. U., R. H. GROSSMAN y LL. F. SCOTT (1974). *Nuevos diseños para el currículo en la escuela elemental*. Buenos Aires, Troquel.
- PINAR, W., W. REYNOLDS, P. SLATTERY y P. TAUBMAN (1995). *Understanding Curriculum*. New York, Peter Lang Publishing.
- RAMSEY, J. (1993). "The Science Education Reform Movement: implications for social responsibility" en *Science Education*, 77, 2.
- RODRÍGUEZ MONEO M. (1999). *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires, Aique.
- SCHWAB, J. (1973). "Problemas, tópicos y puntos en discusión" en ELAM, S. op.cit.
- STENHOUSE, L. (1984). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid, Morata.
- VILCHES, A., D. GIL y J. SOLBES (2001). "Las relaciones CTS y la alfabetización científica y tecnológica" en *Actes V Jornades de la Curie*. <http://ticat.ua.es/curie/curiedigital/2001/VJ/AV72-81.pdf>
- VOSNIADOU, S., y W. F. BREWER (1992). "Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood" en *Cognitive Psychology*, 24.

Fecha de recepción: Agosto 2004  
 Fecha primera evaluación: Enero 2005  
 Fecha Segunda evaluación: Febrero 2005



Sin Nombre  
 Gonzalo Martínez