

## **Búsqueda de caminos para el desarrollo del razonamiento científico**

**Looking for ways to make possible the development of scientific reasoning**

**María Ruina\***

biolmary@yahoo.com.ar

### **Resumen**

---

El desarrollo del razonamiento científico se vincula con el aprendizaje de los procedimientos propios de la ciencia. Esto demanda una formación docente especializada que adopte las decisiones más adecuadas en cuanto a la selección de las actividades y de los materiales curriculares acordes con esta perspectiva. En este trabajo se analizan las características de los libros de texto vigentes y se discute el conocimiento "sobre la ciencia" del profesor. Por último, se presenta una propuesta de enseñanza tendiente a brindar oportunidades para el aprendizaje de una imagen más real de la ciencia.

### **Palabras clave**

---

Procedimientos, "hacer ciencia", indagación, descubrimiento, libros de texto, formación docente.

### **Summary**

---

The development of scientific reasoning is tied with the learning of science own procedures. This requires a science teacher training that allows him to make the most suitable decisions related with the selection of activities and curricular materials according to this perspective.

In this work the characteristics of effective text books are analyzed and the teacher's science knowledge is discussed. Finally, we present a teaching proposal in order to offer opportunities for learning a more real image of science.

### **Key words**

---

Procedures, "to make science", investigation, discovery, text books, teacher training.

---

\* Profesora en Ciencias Naturales. Licenciada en Enseñanza de las Ciencias con orientación en Didáctica de la Biología. Instituto Superior Presbítero Padre José Mario Pantaleo. Capacitadora del Equipo Técnico Regional de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Fecha de recepción: 27 de marzo de 2007 / Fecha de aprobación: 4 de mayo de 2007



## Introducción

Desde fines de la década de 1950 los movimientos de renovación dentro del campo de la educación en ciencias plantean que su enseñanza no llega a satisfacer lo que un alumno debe aprender para poder desenvolverse en la sociedad. Los programas tradicionales ya no son suficientes para un contexto laboral y universitario en continuo cambio. Es por ello que ante la evidencia de la falta de preparación de los estudiantes para afrontar tareas que requieren la resolución de problemas, el juicio crítico y de responsabilidad, algunos autores comienzan a proponer la necesidad de “enseñarles a pensar”. Se comprende que el énfasis puesto en la enseñanza de los conceptos, a pesar de tener una importancia fundamental, no resulta suficiente para contribuir al desarrollo de un individuo hábil y competente, que pueda adaptarse a los requerimientos del mundo actual cambiante. Es por esto que los diseñadores de los currículos de primaria y secundaria de los años cincuenta, liderados por algunos países como los Estados Unidos de América, procuran desarrollar proyectos orientados a lograr una alfabetización científica de los ciudadanos, poniendo énfasis en la naturaleza y la estructura de la ciencia y destacando la enseñanza de los procesos de investigación científica. En los cursos renovados no se concibe a los procesos como contenidos a enseñar sino como conductas, pero, como estas, adquieren una relevancia fundamental en la propuesta curricular ya que guían los propósitos de la educación.

Pero estos cambios en los programas se producen en una época de redefinición del propio carácter de la ciencia. Los filósofos de la ciencia de las décadas de 1950 y 1960 se preocupan por las relaciones entre la observación y la teoría y entre comprobación y descubrimiento. Se preguntan si existen observaciones no influidas por teorías, si los compromisos con las teorías influyen en la medición e interpretación de datos y cómo se desarrollan las teorías. Mientras buscan las respuestas a estas preguntas, la Historia de la Ciencia logra grandes avances constituyéndose como disciplina académica. Su desarrollo no se reduce a realizar un listado de acontecimientos por orden cronológico sino que se consideran las pautas metodológicas que permiten comprender las selecciones que realizan los científicos y las opciones descartadas por ellos. La Historia de la Ciencia, con sus

investigaciones sobre ciencia, religión, psicología, filosofía, biografías de científicos, sociología, tiene un efecto revolucionario en las ideas de la Filosofía de la Ciencia y saca a la luz muchas de las respuestas que buscaba la Filosofía, entre otras:

- La construcción del conocimiento científico incluye momentos en que se producen interrupciones y alteraciones de las ideas centrales de una disciplina.
- No existe la ciencia como proceso de lógica inductiva (que va del hecho empírico a la teoría) defendida por empiristas y positivistas lógicos.
- Todos los aspectos de la ciencia (conceptos, métodos, etc.) avanzan a través de etapas de desarrollo que, a veces, conducen a ideas nuevas.
- La observación está fuertemente influida por compromisos teóricos.

Desde esta perspectiva se entiende que esta construcción se realiza a partir de cambios en las explicaciones sobre el cómo y el porqué del funcionamiento de la naturaleza. Estas explicaciones son reconocidas como teorías científicas y los cambios en las mismas se deben a cambios en los patrones de razonamiento de una época a otra, ligados a las creencias de cada momento histórico. La importancia de este conocimiento radica en que se ha encontrado cierto paralelismo entre la manera en que se va construyendo la ciencia y la forma que la Psicología Cognitiva propone para explicar cómo aprenden ciencia los niños: existen mecanismos por los cuales ideas anteriores son sustituidas por otras nuevas.

Pero estos debates son ignorados tanto por los diseñadores de los currículos de primaria y secundaria de los años cincuenta como por aquellos que se desempeñan en proyectos curriculares de la National Science Foundation (NSF), por lo que mientras la enseñanza de las ciencias propone la perspectiva de enseñar ciencias como una indagación de la indagación, se estaba produciendo una reconceptualización de lo que es la indagación. Mientras los especialistas en la Historia de la Ciencia y la Filosofía de la Ciencia realizan estas contribuciones y se preguntan qué es pensar como un científico, la NSF financia proyectos (el primero en 1956) siguiendo la perspectiva “de la indagación” y se realizan revisiones de los contenidos científicos para que los currículos puedan propiciar una enseñanza en la que los alumnos actúen como científicos. Esto lleva a introducir la práctica de las actividades de laboratorio en las clases de ciencias, aunque estas se encuentran



reducidas a la comprobación de enunciados. Dentro de este enfoque no figuran *la explicación y la evaluación*, dos procesos de la investigación científica que se ven influenciados por los compromisos teóricos individuales o de la comunidad científica. Una explicación es aceptada o no según los patrones de evaluación utilizados por los científicos, ya sea en la selección de un problema para investigar, en el diseño de un experimento, etc. Estos tienen un papel muy importante en la construcción del conocimiento científico, por lo que los profesores de ciencia no deben ignorarlos. Se debe atender a que las investigaciones psicológicas sacan a la luz que los procesos de explicación y evaluación con que los científicos construyen un punto de vista personal del mundo son similares a como los niños aprenden ciencias.

A pesar de estas diferencias, no cabe duda que la década de los sesenta fue muy fructífera para la Enseñanza de las Ciencias ya que se desarrollan proyectos orientados a:

- Lograr una alfabetización científica de los ciudadanos.
- Poner énfasis en la naturaleza y la estructura de la ciencia.
- Destacar los procesos de investigación científica.

Estos propósitos indican *un punto de inflexión* importante para comenzar a jerarquizar la enseñanza de los contenidos procedimentales<sup>1</sup>, concepto que surge a partir de la reforma educativa española de 1993, pues aunque en la década de los sesenta no se concibe a los procesos como contenidos a enseñar sino como conductas, las mismas adquieren una relevancia fundamental en la propuesta curricular ya que guían los propósitos de la educación. La importancia dada a los procesos de investigación científica en la enseñanza de las ciencias a partir de este momento, confiere a los mismos el lugar de “contenidos a enseñar” y “contenidos a evaluar” aunque no estuvieran explicitados de esa manera.

Lo expuesto nos lleva a reflexionar que los “contenidos procedimentales”, concepto en el cual nos centraremos a partir de ahora porque constituye uno de los ejes organizadores de nuestro trabajo, no parecen ser una

novedad al menos en el campo de la enseñanza de las Ciencias Naturales.

## Los procedimientos en Ciencias Naturales

El término procedimiento incluye tanto hábitos como técnicas, algoritmos, habilidades, estrategias, métodos, rutinas, etc. Los autores coinciden en señalar que el aprendizaje de estos contenidos debe estar entre los fines de la enseñanza de las ciencias ya que la misma debería orientarse hacia el desarrollo del razonamiento científico, de las destrezas experimentales, la capacidad de resolver problemas y el conocimiento de una imagen “verdadera” de la ciencia. Estas capacidades están vinculadas con lo que muchos autores denominan “*hacer ciencia*” en el aula y aseguran que esto puede lograrse realizando pequeñas investigaciones escolares<sup>2</sup>. Entre las actividades que desarrollan los alumnos podemos mencionar las siguientes:

- Hacer observaciones.
- Plantear preguntas.
- Examinar libros y fuentes.
- Planificar investigaciones.
- Revisar lo que se sabe a la luz de la evidencia.
- Recoger, analizar e interpretar datos.
- Proponer explicaciones y predicciones.
- Comunicar resultados, etc.

Esta perspectiva de enseñanza de las ciencias constituye una forma de trabajo alternativa que ofrece oportunidades para aprender tanto procedimientos propios del trabajo científico como aspectos conceptuales y actitudinales vinculados. El modelo investigativo de enseñanza se basa en los siguientes supuestos didácticos:

- Concepción constructivista del aprendizaje.
- Actitud de indagación frente a la realidad.
- Creatividad y autonomía por parte del alumno.
- Énfasis en los procesos comunicativos en el aula.

Pero el desarrollo de este modelo de enseñanza exige ciertos requisitos para hacer posible su implementación. Entre otros muchos, demanda el desarrollo de materiales curriculares adecuados para los nuevos fines y una formación docente especializada.

<sup>1</sup> En el marco de la reforma española de 1993 se le otorga un significado nuevo y más amplio al concepto de “*contenido educativo*”. Desde esta perspectiva los conceptos (denominados contenidos conceptuales) son solo un tipo de contenidos pero hay otros que también son objeto de enseñanza: estos son los valores, las actitudes, las normas (llamados contenidos actitudinales) y los procedimientos (designados contenidos procedimentales).

<sup>2</sup> Para estas investigaciones escolares muchos autores han propuesto el término “*indagación*” (de *inquiry* en inglés).



## La contribución de los libros de texto de Ciencias Naturales

En los últimos años, las principales editoriales de Argentina han publicado un buen número de libros de texto para todos los niveles de enseñanza a fin de satisfacer esta necesidad. Pero debido al exceso de horas de cátedra que deben cumplir los docentes en este momento de crisis económica, sumado al ritmo tan vertiginoso de los cambios en el currículo, estos libros de texto nuevos son, a menudo, tomados por los docentes como autoridad, como el currículo prescripto. Numerosas investigaciones comprobaron que el libro de texto es considerado como la principal referencia para la planificación docente. Se refieren a ellos como algo oficial que recoge los contenidos del curso y justifican su selección, o las modificaciones que realizan, desde su experiencia. Según las circunstancias, los docentes introducen en su práctica modificaciones a las propuestas del libro, pero no se trata de cambios sustanciales. Más bien se relacionan con reducciones en el contenido vinculadas a la disponibilidad del tiempo de clases o al remplazo de una definición del texto por otra que se adecue más al nivel intelectual de los alumnos o a sus intereses, justificados a partir de su experiencia docente y no de criterios de orden didáctico o que deriven de sus conocimientos acerca de la estructura de la disciplina que se enseña o del nivel cognitivo que demanda en los alumnos la enseñanza de determinados contenidos.

Por todo lo explicado en este punto, podemos afirmar que aun cuando el currículo otorgue una importancia fundamental a los contenidos procedimentales, los criterios de actuación del profesor se hallan más vinculados con el contenido de los libros de texto, donde el contenido de tipo conceptual ocupa el lugar principal. De esta manera su práctica se encuentra totalmente desvinculada de las concepciones actuales sobre la naturaleza de la ciencia y sobre las teorías de aprendizaje.

Atendiendo a la relevancia adquirida por los “contenidos procedimentales” a partir de la Reforma Educativa implementada en la República Argentina, en el año 2002 se realizó una investigación<sup>3</sup> en la que se indagó acerca de las características de los libros de Ciencias Naturales vigentes para los últimos tres años de la Enseñanza

General Básica<sup>4</sup>. El propósito del trabajo era establecer la naturaleza de los procedimientos que se incluyen en los textos escolares y su pertinencia, en función de los requerimientos del currículo y de las ideas que expresan los especialistas en Didáctica de las Ciencias en la actualidad. Se realiza el análisis de contenido de las actividades de los libros de texto de Ciencias Naturales publicados con posterioridad a la Reforma Argentina de 1993. La muestra seleccionada incluye un total de 12 libros de texto correspondientes a 8 editoriales. Para el análisis se consideran las actividades incluidas en los capítulos correspondientes al tema “Continuidad de la vida”. El diseño que se emplea para llevar a cabo la investigación es de tipo exploratorio.

Los resultados obtenidos ponen en evidencia que los contenidos procedimentales más valorados en el total de los textos son los que implican la adquisición de información, que incluye la búsqueda y la selección de información, la observación y el registro de datos, con un 36%. En segundo término, se otorga relevancia a la comunicación de la información, con un 27%, que se orienta hacia la reproducción de lo comprendido, la producción de textos escritos y la argumentación de afirmaciones. En tercer lugar se evidencia la importancia del análisis de la información, con un 24%, que incluye comparar información, extraer conclusiones, inferir, *ordenar*, evaluar, generalizar y extrapolar datos.

Los procedimientos que aparecen con una frecuencia menor en estos libros de texto son los relacionados con la interpretación de la información que incluye organizar datos y aplicar modelos; el diseño y experimentación por parte del alumnado y la formulación de preguntas y de explicaciones provisorias, los que representan en conjunto el 14% de las actividades propuestas.

Los resultados obtenidos permiten concluir que los procedimientos más valorados por las propuestas editoriales, en general, ponen énfasis en la adquisición, comunicación y análisis de la información. Estos procedimientos se consideran necesarios, pero no suficientes, para el desarrollo del razonamiento científico requerido para “hacer ciencia” en el aula. Su predominio en los materiales curriculares analizados, en desmedro de otros como la formulación de hipótesis o el planteo de problemas auténticos, llevaría a transmitir una visión incompleta de

<sup>3</sup> El trabajo corresponde a una tesis de la licenciatura en Enseñanza de las Ciencias realizada en la Universidad Nacional General San Martín (Ruina, 2002).

<sup>4</sup> Se trata de la actual Escuela Secundaria Básica a la que asisten alumnos entre 13 y 15 años.





Vilma Graciela Martínez Rivera »Estaciones No. 2 »Acuarela »16,5 x 23,5 cm



la ciencia, presentándola de manera implícita como un conjunto de verdades absolutas y acabadas.

Dicho de otro modo, los resultados de este trabajo evidenciarían que las propuestas editoriales, en general, le otorgan más relevancia al contexto de comprobación (es decir, a lo que se conoce por ciencia y a los procesos que justifican este conocimiento) que al de descubrimiento, por lo cual, según expresan los especialistas, solo se puede lograr conocimiento científico pero no conocimiento “sobre la ciencia”. Desde esta perspectiva, los alumnos tendrían menos oportunidades para “aprender a aprender”, construir sus propios modelos personales de actuación y llegar a captar a la ciencia como una actividad dinámica de revisión y sustitución del conocimiento, que está enmarcada en un contexto histórico, político y social.

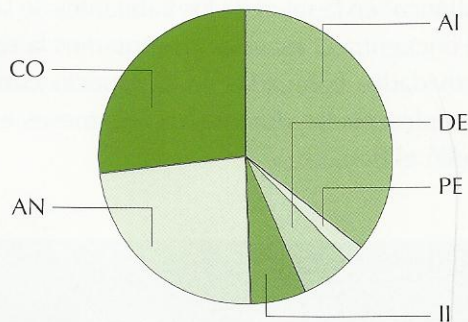


Gráfico 1. Relevancia que otorgan las editoriales a las categorías de procedimientos.

Referencias: AI: Adquisición de información (36%); PE: Formulación de preguntas y de explicaciones provisionarias (2%); DE: Diseño y experimentación (6%); II: Interpretación de información (6%); AN: Análisis de información (24%); CO: Comunicación de información (27%).

No obstante esta caracterización general de los doce textos analizados, debe señalarse que se registra un grupo de libros que brindan oportunidades al alumnado para formular hipótesis, evaluar y argumentar afirmaciones, contrastar ideas, inferir, planificar acciones, producir textos, aplicar modelos y generalizar, entre otros procedimientos, lo que permitiría interpretar que intentan favorecer el razonamiento científico de sus destinatarios y marcan una nueva orientación en la propuesta editorial asociada a la reforma educativa.

En relación con la secuenciación de los contenidos procedimentales presentes en los textos, el análisis comparativo de los libros de los tres años del tercer ciclo de la Enseñanza General Básica, propuestos por dos de las editoriales consideradas, lleva inicialmente a señalar que solo una de ellas plantea una progresión en el número

de actividades orientadas a la adquisición y análisis de información y en las correspondientes a la formulación de preguntas y explicaciones provisionarias.

## La intervención del docente

En este encuadre de la problemática, el actual profesor de ciencias debe conocer en profundidad la estructura de la disciplina que enseña para ser capaz de decidir qué contenidos priorizar (¿qué enseñar?, ¿cuál es el contenido más importante?) y cuáles son las metodologías más adecuadas para mostrar una verdadera imagen de la ciencia. Estas decisiones están fuertemente influidas por el conocimiento que tiene acerca de la materia que enseña, que no se refiere solamente al conocimiento sobre el componente conceptual (hechos, definiciones, principios, etc.), sino también al conocimiento de los conceptos y problemas de mayor relevancia para investigar y las metodologías empleadas para planificar, ejecutar y evaluar investigaciones en ese campo. De igual manera, el profesor de ciencias debe saber que en la construcción del conocimiento científico existen procesos igualmente importantes, que se podrían agrupar en dos contextos:

- “El contexto de descubrimiento” que incluye los procesos vinculados con el desarrollo del conocimiento, es decir, la generación de hipótesis, el origen y evolución de las ideas.
- “El contexto de justificación” que incluye los procesos vinculados a la comprobación de hipótesis científicas, es decir, a la forma en que se reúnen pruebas y se evalúan las mismas mediante la utilización de los criterios que la ciencia usa para establecer la validez y fiabilidad.

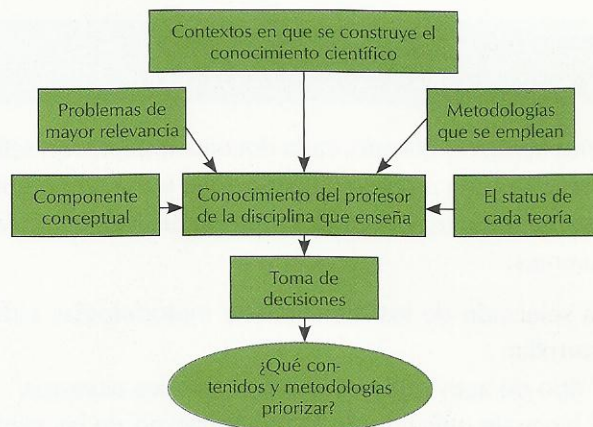


Gráfico 2. Influencia del conocimiento de la disciplina que enseña en las decisiones del profesor.



Es decir que debe tener en claro las cuestiones “sobre la ciencia” y no solo dominar el “conocimiento científico” o conocimiento de la forma final de la visión actual de la realidad. De esta manera podrá comprender que debe dedicar el tiempo necesario para la enseñanza de procedimientos ya que estos contenidos no son innatos, ni surgen por casualidad; el alumno debe aprenderlos, y para esto el profesor debe diseñar estrategias concretas que promuevan su aprendizaje. Dicho de otro modo: son conocimientos concretos que hay que enseñar. Es importante que a la hora de elaborar una propuesta didáctica se tenga en cuenta que los procedimientos se van construyendo y mejorando gradualmente, volviéndose cada más funcionales y transferibles a nuevas situaciones. Además, el aprendizaje de estrategias, que solo se consigue a largo plazo, únicamente puede lograrse con la intervención sostenida del docente, quien cumple un papel decisivo en este proceso de construcción. El problema es que la preocupación que tiene el profesor por cubrir todos los contenidos que debe enseñar a sus alumnos en un período muy limitado, lo llevan a reducir la enseñanza al conocimiento declarativo, suponiendo que los estudiantes desarrollarán espontáneamente el conocimiento procedimental. Respecto a los modos de actuar del docente orientados a favorecer el aprendizaje de los procedimientos propios de las ciencias, los autores han propuesto varias alternativas que ponen énfasis más en los procesos que en los resultados del aprendizaje, lo cual implica un cambio en las estrategias de enseñanza y evaluación de los alumnos que necesitan estar fuertemente ligadas para lograr los resultados esperados. A continuación ofrecemos una propuesta basada en la investigación en el aula de ciencias para el aprendizaje de procedimientos propios de la ciencia.

### Desarrollo de una propuesta de investigación en el aula de ciencias

Como hemos explicado, cada docente imprime un sello personal a cada modelo didáctico que tome como guía y esto se traduce, entre otras muchas decisiones, en las siguientes:

- La selección de los conceptos y metodologías a desarrollar.
- El tipo de actividades que propone a los alumnos.
- El lenguaje utilizado en la *modelización* de las explicaciones.

- Los ejemplos utilizados para la comprensión de las ideas.
- El tiempo que le va a dedicar a cada contenido a enseñar.

Cuando el propósito que persigue el profesor es involucrar a los alumnos en un trabajo de investigación en el aula, debe atender a todas estas cuestiones ya que muchas veces se da este nombre a trabajos en que los alumnos deben buscar información en libros o en los que deben realizar actividades transcribiendo literalmente un texto, sin siquiera promover el pensamiento del alumno a través de sencillas preguntas problematizadoras.

A continuación resumimos un fragmento de un trabajo realizado durante el año 2006 en una escuela de nivel polimodal, con alumnos entre 15 y 16 años. Nos propusimos indagar acerca del impacto de la contaminación del río Matanza<sup>5</sup> en la salud de los habitantes de la zona donde se encuentra la escuela. Presentamos la secuencia de actividades trabajadas en el espacio curricular “Salud y adolescencia” durante los seis meses en que se desarrolló el trabajo:

### Impacto de la contaminación del río Matanza sobre la salud

#### a) *Cuestiones por resolver*

¿Cuáles son las enfermedades más comunes en la zona de Virrey del Pino? ¿Tienen relación con la contaminación del agua del río Matanza?

¿Cuáles son las enfermedades por las que más se ausentan los alumnos de nuestra escuela?

#### b) *Definición del problema de la investigación*

Sintetice en pocas líneas qué es lo que pretendemos averiguar.

#### c) *Formulación de hipótesis*

Señale posibles hipótesis para las preguntas planteadas.

#### d) *Construcción del marco conceptual y comunicación de la información*

<sup>5</sup> Este trabajo se realizó en el marco del proyecto “Contaminación ambiental cuenca río Matanza - Riachuelo”, donde participaron cuatro escuelas de enseñanza media de la Provincia de Buenos Aires que fueron seleccionadas por estar situadas en una zona cercana al río Matanza, declarado de interés provincial. Resolución 1786/06.



- Lectura e interpretación de noticias periodísticas relacionadas con la contaminación. Selección y registro de información pertinente para el proyecto.
- Búsqueda de información en fuentes bibliográficas de las formas de contagio y prevención de las enfermedades hídricas.
- ¿Qué es la notificación obligatoria y cuáles de las enfermedades hídricas están contempladas actualmente dentro de ese marco?
- Registro de los resultados en láminas y afiches.

#### e) Desarrollo de acciones para la recopilación de datos

Primera parte: acciones realizadas en la zona en que se encuentra la escuela

- Organización de grupos de trabajo coordinados por un alumno de mayor experiencia.
- Ubicación, en un plano de la zona, de la escuela, las viviendas de los alumnos, el río, los centros de salud disponibles y los basurales (si se conoce de dónde proviene la basura, se aclara).
- Visita de los alumnos a los centros de salud de la zona a efectos de averiguar la cantidad de personas atendidas o internadas por enfermedades hídricas. En caso de que la institución no brinde información, queda registrado como resultado.
- Diseño de la tabla de registro de los datos obtenidos en los centros de salud.

Enfermedad	Presencia o ausencia	Nº de casos

- Registro de los resultados obtenidos en gráficos, láminas y afiches.
- Elaboración de entrevistas a médicos de la zona.

Segunda parte: recolección de datos sobre enfermedades en la escuela

- Revisión de los justificativos de las ausencias de los alumnos (documentación que consta en la preceptoría de la escuela). Se trabajó con 285 justificativos de ausencias de los alumnos pertenecientes a 17 cursos de la escuela.
- Registro de los datos de cada uno de los cursos en la siguiente tabla diseñada por los alumnos. Se construyeron 17 tablas, una para cada curso. Se identificó cada uno de los cursos con un número a efectos de preservar la información privada.

Curso N°	Nombre del alumno (sin apellido)	Fecha de ausencia	Motivo (copia textual del diagnóstico)

#### f) Tratamiento de los resultados

- Clasificación de los diagnósticos de los justificativos de ausencias de los alumnos en una tabla de definición de las causas. A modo de ejemplo presentamos una parte de la tabla:

Causas <sup>6</sup>	Definición
Respiratorias	Anginas, bronquitis, faringitis, faringoamigdalitis, asma, catarro, broncoespasmo, disnea, asma, sinusitis.
Digestivas	Malestar estomacal, gastroenteritis, gastritis, vómitos, cólico intestinal.
Del sistema locomotor	Traumatismos, luxaciones, esguinces, contractura muscular, fracturas.
Cirugías	Apendicitis, vesícula, hernia.

- Los resultados de las tablas de cada curso se registran en una tabla de recolección de datos, como la que sigue, atendiendo a la anterior clasificación de los diagnósticos. Ejemplo de una parte de la tabla:

Causas de ausencias de la escuela	Cursos (designados por números)																	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Respiratorias	4	5	2	0	4	4	4	3	3	3	4	6	5	2	4	1	6	60
Digestivas	0	9	4	0	2	3	1	2	0	3	2	2	0	2	6	5	3	44
Locomotor	0	1	1	1	1	1	0	2	2	0	4	3	0	1	1	0	2	20
Cirugías	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

- Para el recuento de datos, los alumnos “inventan” su propio sistema.
- Elaboración de una tabla resumen de datos.
- Cálculo de la frecuencia absoluta y relativa para cada una de las causas.

Causas de ausencias	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa

<sup>6</sup> Los diagnósticos se clasificaron en las siguientes causas: cefalea, fiebre, enfermedades respiratorias, enfermedades de la piel, gripe, enfermedades digestivas, endocrinas, cardiovasculares, odontológicas, del sistema locomotor, conjuntivitis, intoxicaciones, alergias, otitis, infecciones urinarias, cirugías, problemas del embarazo, hepatitis.



- Construcción de gráficos de barra y de torta.
- Búsqueda bibliográfica de información sobre las enfermedades más frecuentes en la escuela para completar el marco teórico y analizar los resultados a la luz de las preguntas iniciales del trabajo. Cabe destacar que los resultados pusieron en evidencia que los alumnos se ausentan de la escuela principalmente por enfermedades respiratorias (21%), gripe (16,8%) y problemas digestivos (15,4%). Por otra parte, en los centros de salud se atiende con mayor frecuencia a enfermos que padecen diarrea, sarna, enfermedades parasitarias, infecciones urinarias e intestinales. Si bien no podemos asegurar una relación causa-efecto entre estos resultados y la contaminación del río, lo que sí podemos señalar es que las características del ambiente físico donde se encuentra la escuela brindan las condiciones propicias para este tipo de enfermedades. Por este motivo se confirma la relevancia de este trabajo sencillo de investigación para los alumnos de esta escuela.
- Confección de afiches y folletos informativos.

#### g) *Comunicación de la información obtenida*

- Muestra de trabajos en la escuela.
- Presentación del trabajo junto a las otras tres escuelas involucradas en el proyecto en cuestión.

#### h) *Planificación de acciones para el año 2007 en función de los resultados obtenidos*

Propuesta de acciones para continuar el trabajo realizado en el ciclo lectivo anterior.

### Reflexiones y consideraciones finales

Lo expuesto nos lleva a reflexionar que existen muchos factores que influyen en el desarrollo del razonamiento científico en los alumnos. Hemos analizado las características de los libros de texto disponibles y señalado que constituyen la principal referencia que tienen los docentes para la elaboración de sus planificaciones. Esta situación los transforma en recursos de fundamental relevancia que determinan indirectamente qué y cómo

enseñar Ciencias Naturales. Es por ello que el análisis de los materiales curriculares nos brinda información acerca de las características de la enseñanza de las ciencias en una época determinada.

También hemos puesto énfasis en las falencias del profesorado en relación con el conocimiento de la estructura de la disciplina que enseña, los enfoques tradicionales para la enseñanza de las ciencias, la falta de contextualización de los contenidos que son objeto de enseñanza, la tendencia a mostrar una imagen distorsionada y autoritaria de la ciencia, la desconsideración de la enseñanza de estrategias para el aprendizaje de las ciencias, y muchos otros.

Entendemos que para que los alumnos puedan desarrollar el razonamiento científico, las clases de ciencias deberían incluir una mayor cantidad de actividades coherentes con la perspectiva de la indagación. De esta manera el alumno tendría oportunidades para aprender procedimientos como la generación de hipótesis, el origen y evolución de las ideas que aparecen en los temas que se presentan, el conocimiento del contexto histórico, político y social en que se generaron esos conocimientos, las causas por las que la ciencia los acepta, los criterios que se tienen en cuenta para decir que los mismos son verdaderos, la forma en que se divulga el conocimiento científico, la evaluación del propio trabajo, el diseño de experimentos, etc.

Las consideraciones precedentes llevan a reflexionar sobre la importancia de una buena formación inicial y permanente del profesorado, que favorezca una mayor autonomía en su labor educativa orientándolo en la toma de decisiones fundamentadas en cuanto a la elaboración y/o selección de los libros de texto y las actividades destinados a las clases de Ciencias Naturales. Para ello estimamos indispensable indagar la concepción de ciencia que se les transmite a los futuros docentes en los institutos de formación y en las universidades, como también la profundización en el conocimiento de la naturaleza y estructura de la disciplina que enseñarán en las aulas. □

### Referencias

BARDIN, L. 1986. *El análisis de contenido*, 2ª edición. Madrid: Akal.

COLL, C. 1992. "Introducción". En: COLL, C. y otros. *Los contenidos en la Reforma*. Buenos Aires: Santillana, pp. 9-18.

— y VALLS, E. 1992. "El aprendizaje y la enseñanza de los procedimientos". En: COLL, C. y otros. *Los contenidos en la Reforma*, óp. cit.



DUSHL, R. 1990. *Renovar la enseñanza de las ciencias: importancia de las teorías y su desarrollo*. Serie Educación Hoy. Madrid: Narcea.

FUMAGALLI, L. 1999. "Los contenidos procedimentales de las Ciencias Naturales en la EGB". En: KAUFMAN, M. y FUMAGALLI, L. *Enseñar Ciencias Naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires: Paidós Educador, pp. 109-141.

GARCÍA, J. y GARCÍA, E. 1997. *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Sevilla: Diada.

JIMÉNEZ, M. P. 1998. "Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 16, No. 2, pp. 203-216.

— y SANMARTÍ, N. 1997. "¿Qué ciencia enseñar? Objetivos y contenidos de la Educación Secundaria". En: DEL CARMEN, Luis. *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE Horsori, pp. 17-45.

LUCCHETTI, E. 1999. *Piedra libre... a los contenidos procedimentales*. Colección Respuestas Educativas. Serie Aula EGB. Buenos Aires: Magisterio del Río de La Plata.

NOSTE, María Irene. 2005. "El desafío de formar futuros docentes". En: LIGUORI, Liliana y otros. *Didáctica de las Ciencias Naturales. Enseñar a enseñar Ciencias Naturales*. Rosario, Santa Fe: Homo Sapiens, pp. 9-14.

POZO, Ignacio. 1996. "El sistema del aprendizaje". En: POZO, Ignacio. *Aprendices y maestros*. Barcelona: Alianza, pp. 86-118.

POZO, Municio J. y otros. 1994. *La solución de problemas*. Buenos Aires: Santillana.

POZO, J. y MONEREO, C. 1999. *El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo*. Madrid: Aula XXI, Santillana.

PORLAN, R., GARCÍA, E. y CAÑAL, P. 1997. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Diada.

RESNICK, L. 1987. *La educación y el aprendizaje del pensamiento*. Serie Psicología Cognitiva y Educación. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

RUINA, M. 2002. *Los contenidos procedimentales en la enseñanza de la Biología: análisis de los libros de texto de Ciencias Naturales del tercer ciclo de la Enseñanza General Básica (EGB)*. Tesis de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias con orientación en Didáctica de la Biología. Universidad Nacional de General San Martín, Escuela de Humanidades. San Martín, Buenos Aires.

SANMARTÍ PUIG, N. Sin fecha. *La secuenciación de los contenidos de ciencias en la enseñanza secundaria: entre la teoría y la práctica*. España: Universidad Autónoma de Barcelona.

SARDÁ, Jorge A. y SANMARTÍ PUIG, N. 2000. "Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 18, No. 3, pp. 405-422.

## Diálogo del conocimiento

Tras largos años de investigación en el campo de la enseñanza y la didáctica de las ciencias, algo se puede afirmar con cierto carácter definitivo: la formulación de currículo para la educación en ciencias sigue siendo un asunto abierto. Sin descontar la importancia de las muchas respuestas elaboradas en nuestros países, las preguntas por resolver siguen siendo numerosas y la necesidad de nuevas propuestas está en el orden del día. Esta es la impresión que en primer lugar nos deja el artículo de la profesora Ruina quien centra su preocupación en el desarrollo del razonamiento científico en las clases de ciencias.

A partir de un somero esbozo histórico de la problemática y acudiendo a los aportes de las corrientes más difundidas en Iberoamérica, el trabajo nos pone de presente la complejidad del problema y los retos que su solución impone en los distintos niveles involucrados: la formación del profesorado, el diseño de material educativo, el papel de los libros de texto, los compromisos epistemológicos de los docentes, la sistematización de las experiencias de aula.

El escrito en consideración nos evidencia también la multiplicidad de perspectivas que procuran dar cuenta de este campo de indagación y de la importancia que la investigación curricular y didáctica reclama como fuente de comprensión y referente para la elaboración de proyectos y programas cuyo propósito se centre en proponer soluciones a los variados aspectos involucrados en la formación en ciencias en la educación básica y media.

Sin profundizar en los referentes que sirven de fundamento a sus consideraciones, la autora nos presenta, a través de una experiencia concreta, algunos de los resultados que ha venido estableciendo a partir de sus búsquedas, compartidas con otros colegas. En este empeño nos permite subrayar el valor que el esfuerzo de comprensión realizado por los docentes, respecto de su práctica, juega en el diseño de propuestas de aula que favorezcan el aprendizaje significativo por parte de los alumnos. Empeño que se articula con una adecuada valoración de la actividad científica, al menos en lo que corresponde a la construcción de una concepción explícita acerca de la naturaleza de dicho conocimiento.

Quizás la preocupación nodal del artículo apenas queda esbozada. Por demás, un estudio en detalle sobre el desarrollo del razonamiento científico en las clases de ciencias precisaría de una considerable extensión y, en principio, desborda las pretensiones de un artículo como el que se nos ofrece en esta oportunidad. Por tal razón, tal vez resulte pertinente que, desde este breve diálogo, hagamos extensiva la invitación a los educadores en ciencias a aceptar la invitación expresa que se nos hace para buscar caminos análogos o alternos a los emprendidos por nuestra colega argentina. Todo ello con la seguridad que cuanto mayores sean los esfuerzos de innovación, el rigor investigativo y el empeño de intercambio, mayores serán las posibilidades que brindemos a las nuevas generaciones para asumir los retos que imponen las sociedades científico-tecnológicas que se entretienen en el presente.

Juan Carlos Orozco Cruz