

## EL DISEÑO CURRICULAR DE CIENCIAS NATURALES PARA TERCER CICLO DE EGB. SANTA FE, ARGENTINA

Héctor Santiago Odetti\*

Carlos Avalis\*

José Manuel Domínguez Castiñeiras\*\*

Eugenio García-Rodeja Fernández\*\*

\*Universidad Nacional del Litoral – Argentina

\*\* Universidade de Santiago de Compostela

### Abstract

The implementation of last cycle of the *Educación General Básica (EGB)* represents an important challenge for the educational system in the Argentina. We are detecting possible difficulties from the analysis of the curricular designs in the area of natural sciences in each jurisdiction, in the particular case in the Province of Santa Fe. We are analyzed of the conceptual, procedural and actitudinal contents of the proposal of the axis *matter, energy and change* of the mentioned jurisdiction.

**Keywords:** designs curricular of sciences, third cycles of de Basic General Education, conceptual and procedural contents.

### Resumen

La implementación del último Ciclo de la Educación General Básica representa un desafío importante para el sistema educativo en la República Argentina. El análisis de los diseños curriculares del área de las Ciencias Naturales en el caso particular de la Provincia de Santa Fe, pone de manifiesto algunas dificultades para su desarrollo. Esto se analiza a partir de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la propuesta del eje *materia, energía y cambio* de la mencionada Jurisdicción.

**Palabras clave:** diseño curricular en Ciencias, tercer ciclo de la EGB, contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

## **1. Introducción. Contextualización del problema**

En la República Argentina, a partir de la reforma del sistema educativo, se introdujeron cambios sustanciales en el desarrollo del mismo. Un hecho importante es el incremento de la escolarización obligatoria y la división de la Enseñanza General Básica (EGB) en tres ciclos bien delimitados, contemplados por el Ministerio de Educación y Cultura de la Nación (MCEN, 1997).

La implementación del Tercer Ciclo de la EGB, representa un desafío importante para el sistema educativo en la República Argentina. En esta etapa, los estudiantes se encuentran en una edad de transición entre la infancia y la adolescencia. Las situaciones individuales son muy distintas, no sólo desde el punto de vista del conocimiento adquirido, sino también respecto de su interacción en la sociedad.

A este respecto, nos encontramos frente a una diversidad sociocultural y, por lo tanto, ante una creciente diferenciación de intereses, expectativas y posibilidades del alumnado; lo que determina que la educación y, consecuentemente, el sistema educativo, deba renovarse para brindar repuestas a los problemas que nos plantea la sociedad de fines de siglo.

Centramos nuestro estudio en el Tercer Ciclo de la EGB, en la Provincia de Santa Fe. Según las orientaciones del MEP (1997), este ciclo debe cumplir una función orientadora y tutorial que posibilite diseñar estrategias de enseñanza, que han de tener en cuenta las experiencias personales del estudiante, que permitan acompañarle en el proceso de aprendizaje de nuevos saberes. La discriminación positiva permitirá alcanzar esta meta, a través de una propuesta curricular flexible que contemple las necesidades y particularidades de cada grupo.

Se contempla la posibilidad de trabajar en forma transversal, rompiendo los límites de las disciplinas tradicionales, realizando trabajos grupales de profesores para aprovechar las especialidades, aptitudes y experiencias de los docentes. Además, el trabajo interdisciplinar se manifiesta necesario para poder abordar los problemas vinculados con la diversidad del educando, desde el currículo.

Esta nueva visión de la educación que emerge de la reforma, demanda educadores formados en las disciplinas del área, para llevar a la práctica una propuesta didáctica de calidad. Es necesario una capacitación específica de los docentes, para que tenga éxito su trabajo con estudiantes de éste nivel. Esto supone resolver problemas derivados de la diferente formación que tienen en la actualidad los docentes implicados en la enseñanza en el mencionado ciclo: los Maestros, con una formación general en los cuatro campos de conocimiento (Lengua, Matemáticas, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales); y los Profesores, que lo están en una determinada disciplina o área. Fundamentalmente todos están formados en Institutos de Nivel Terciario,

que no están integrados en las Universidades, sino que dependen de las Jurisdicciones Provinciales.

De las orientaciones del MCEN y del MEP se infiere un docente con conocimientos científicos y tecnológicos actualizados, comprometido socialmente, abierto al cambio (conceptual, procedimental, actitudinal) que le permita conocer, interpretar y actuar en el medio que le toca vivir. Debe manejar distintas propuestas pedagógicas que lo habiliten para actuar como mediador entre los nuevos conocimientos y las vivencias del alumnado. En síntesis, un profesional de la enseñanza con los conocimientos científicos y pedagógicos suficientes para realizar una verdadera transposición didáctica (Halwachs, 1983), desde el conocimiento científico al conocimiento escolar.

Como señala Arnay (1997), en el caso de la enseñanza de las ciencias, para poder llevar a cabo una concepción de la enseñanza como *cultura científica*, el profesorado:

El profesor necesita tener un considerable dominio de la materia a enseñar, de la didáctica, de la psicología y de cuantas disciplinas puedan ser un instrumento para entender la complejidad del conocimiento humano. Si el docente debe traducir el conocimiento experto formal para hacerlo asequible a los alumnos está claro que la labor constructiva del alumno debe ser simultánea a la labor creativa y reductiva del docente. La cualificación docente la entiendo, para tal proyecto, como una alta cualificación profesional y técnica, no para reproducir en la clase el conocimiento científico establecido, sino para llevar a cabo una práctica docente específica y diferenciada que nada tiene que ver con lo anterior.

Desde las orientaciones del MEP (1997), se desprende que, a lo largo del Tercer Ciclo de la EGB, se busca conseguir:

- Desde lo social, educar para el futuro, lograr individuos participativos y solidarios, ciudadanos responsables de sus actos individuales y colectivos. Formar personas capaces de descodificar la información que le permita tomar decisiones adecuadas, a través de la reflexión, sobre los principios y consecuencias éticas de las acciones humanas.
- Desde lo conceptual, avanza a competencias más complejas, en función de la sistematización de conocimientos que le permita comprender la génesis y las características de los procesos globales.
- Una educación sensible, que da valor a la diversidad cultural y acerca a los preadolescentes al cumplimiento de metas elevadas de educación y de inserción social, como ciudadanos plenos, mediante una capacitación en conocimientos y competencias generales, pues nos enfrentamos a un mercado laboral flexible y cambiante.
- Una generalidad de saberes que permita al individuo seguir aprendiendo fuera de la escuela, para aprovechar las experiencias y las enseñanzas que se adquieren fuera del contexto escolar.

Los Contenidos Básicos Comunes (CBC) para toda la Educación General Básica, se organizan desde el Ministerio de Cultura y Educación para la toda la Nación (MCEN, 1997).

Los CBC de Ciencias Naturales para la EGB no prescriben una organización curricular para su enseñanza y, a este respecto, la numeración de los bloques es arbitraria y no supone un orden para su tratamiento. Han sido organizados en seis bloques:

Bloque 1: *La vida y sus propiedades.*

Bloque 2: *El Mundo Físico.*

Bloque 3: *Estructura y Cambios de la Materia.*

Bloque 4: *La Tierra y sus Cambios.*

Bloque 5: *Procedimientos relacionados con la Investigación Escolar del Mundo Natural.*

Bloque 6: *Actitudes Generales relacionados con el Mundo y con las Ciencias Naturales.*

Respecto de la organización en bloques cabe señalar que:

- Los contenidos de un ciclo presuponen la adquisición de los del ciclo anterior, los cuales continúan siendo trabajados, incluidos en otros contenidos de mayor complejidad.
- Los bloques permiten interacciones e interconexiones mediante la selección de temas que integran diferentes enfoques.
- Los bloques 5 (procedimentales) y 6 (actitududinales) han de vincularse permanentemente con los contenidos de los bloques 1 al 4.

En la caracterización de cada bloque se detalla:

- Una síntesis explicativa de los contenidos a desarrollar.
- Las expectativas de logros al finalizar la EGB.
- Las vinculaciones del bloque con los otros capítulos de los Contenidos Básicos Comunes de la Educación General Básica.
- Los alcances de los contenidos por bloque y por ciclo.

Esta declaración de intenciones, que desarrollan los documentos oficiales prescriptivos para la Nación, nos permite pensar que, de cumplirse las mismas, estaríamos frente a un sistema educativo que realmente tiene posibilidades de cumplir su misión.

Dicha hipótesis nos conduce a indagar sobre cómo se está haciendo la adaptación de las orientaciones del MCEN (1997) a nivel provincial. Dado que los coautores de este trabajo, Odetti y Avalis, son profesores de la Universidad del Litoral de la Provincia de Santa Fe, limitamos este estudio al caso particular del Tercer Ciclo de la EGB en dicha provincia (MEP, 1997). Para ello se formula la siguiente pregunta que consideramos central en este trabajo:

**¿Es coherente lo dispuesto en las orientaciones del MCE y del MEP, con los diseños curriculares de la Provincia de Santa Fe, respecto del área de las Ciencias Naturales?**

Realizaremos, a continuación, un análisis de los contenidos de dicho diseño para el Tercer Ciclo de la EGB, extraídos de la secuenciación, por año, para este ciclo, según las directrices y documentos del Diseño Curricular Provincial (DCP). (MEP, 1997).

Se contempla, respecto a la enseñanza de las Ciencias naturales en el tercer ciclo de la EGB, que debe preparar al alumnado para abordar la progresiva complejidad de los contenidos en el Polimodal y contribuir a la formación científica de los futuros ciudadanos que, por diversas causas, finalizan este tramo de su educación obligatoria.

Respecto de la cultura científica que deberán recibir los jóvenes, se indica una cultura científica y tecnológica que les permita aproximarse a la realidad contemporánea y comprender su complejidad y globalidad, para relacionarse mejor con su entorno, con la realidad laboral, con la producción y el estudio.

Dichas directrices señalan que las Ciencias Naturales contribuirán a la adquisición de las competencias adecuadas y pertinentes para aprender a aprender (Novak y Gowin, 1978), de manera que puedan conocer, interpretar y actuar en el mundo que les toca vivir, donde lo único constante será el cambio.

Además hacen explícito el importante papel que juega la enseñanza de las ciencias en este ciclo: como vehículo que promueve el desarrollo del pensamiento lógico, en la adquisición de contenidos relevantes para la vida con prácticas de actitudes flexibles, críticas y tolerantes; y en la preparación para afrontar los desafíos de una sociedad que demanda continuamente de los ciudadanos la toma de decisiones.

Se indica además que los contenidos del área de Ciencias Naturales, se han secuenciado teniendo en cuenta ciertos criterios fundamentales como:

- El desarrollo cognitivo de los estudiantes.
- La complejidad creciente de los contenidos, que en éste ciclo debe brindar una mirada integradora del mundo natural.
- La significación social de los mismos.
- El tratamiento de conceptos organizadores, cuya profundización se fue realizando a lo largo de los ciclos.
- La aproximación al conocimiento científico de los fenómenos naturales y de aquellas características metodológicas que se admiten en un trabajo de orientación científica.
- El enfoque predominantemente funcional, poniendo de manifiesto las vinculaciones entre ciencia, sociedad y tecnología, a partir de los procesos socio-culturales, económicos y políticos que se gestan.

El desarrollo de los contenidos se fija tomando como base ejes, de los cuales sólo describiremos el correspondiente a *materia, energía y cambio*.

Se recogen en las tablas correspondientes, los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales –dentro del eje mencionado– para luego

analizar la propuesta. A partir de dicho análisis se realizarán las conclusiones pertinentes.

Contenidos propuestos por el DCP de la Provincia de Santa Fe para el Tercer ciclo de la Educación General Básica en el área de las Ciencias Naturales. Eje *materia, energía y cambio*.

Realizaremos el análisis del DCP, según el siguiente esquema:

- Los contenidos conceptuales por año (Tabla I).
- Las modificaciones a la secuencia de los contenidos conceptuales (Tabla II).
- Los contenidos procedimentales por año (Tabla III).
- Los contenidos actitudinales (Tabla IV).
- El profesorado.

Finalmente se procederá a las conclusiones, teniendo en cuenta las implicaciones didácticas de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

## 2. Contenidos conceptuales

En este apartado analizaremos los contenidos conceptuales, extraídos del DCP, correspondientes al Tercer ciclo de la EGB (7º, 8º y 9º), eje *materia, energía y cambio* (Tabla I). Esta dimensión es la que, en teoría, debería capacitar a los estudiantes para comprender un amplio espectro de hechos, conceptos, principios y teorías científicas, consideradas centrales por constituir el cuerpo de conocimiento básico de las disciplinas científicas (Caamaño, 1989).

De la denominación de este eje *materia, energía y cambio*, podemos establecer que quedan claramente definidos los contenidos del eje en sus tres dimensiones: la *materia*, la *energía* y los *cambios* que se producen en el mundo físico.

Una mirada crítica nos revela que en el séptimo año se echa en falta el modelo cinético molecular de la materia necesario para interpretar la elevación de la temperatura y el cambio de estado, a partir de un aporte de energía.

Las transformaciones y degradaciones de la energía en los seres vivos, exige por parte del alumnado desarrollar conceptos como la liberación de energía en los procesos químicos.

TABLA I: Contenidos conceptuales: materia, energía y cambio (1997)

| SÉPTIMO  | OCTAVO  | NOVENO   |
|--|---|--|
| <p><i>La Energía:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversas formas de energía.</li> <li>- Sus transformaciones y degradación en situaciones cotidianas, tecnológicas, en los seres vivos.</li> <li>- Ley de conservación de la energía.</li> </ul> <p><i>Fenómenos térmicos y cambios de estado:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nociones de Calor y Temperatura.</li> <li>- Escalas de Temperatura (Celsius y Kelvin).</li> <li>- Nociones de calorimetría. Los intercambios de calor y la conservación de la energía.</li> <li>- Transformación de la Energía Mecánica en Energía Térmica</li> </ul> <p><i>Los Materiales y el Hombre:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales con aplicaciones tecnológicas: propiedades ( ej.: cerámicos, plásticos, metales), transformaciones.</li> <li>- Procesos industriales: industria metalúrgica, farmacéutica, del petróleo. Manejo indebido de sustancias y efectos contaminantes ( procesos de dispersión: combustión de gases, afluentes industriales, desechos de plásticos).</li> <li>- Tratamientos de prevención y solución de la contaminación (ej.: de la basura, los plásticos, los metales, etc.).</li> </ul> | <p><i>Electricidad y Magnetismo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a la electrostática: concepto de carga eléctrica, noción de campo eléctrico. Ley de Coulomb.</li> <li>- Imanes y corriente eléctrica como fuentes de campos magnéticos.</li> <li>- Descripción de campo magnético. Relación entre campo eléctrico y campo magnético.</li> <li>- Transformación de energía mecánica en electromagnética por inducción. FEM.</li> <li>- Funcionamiento de un generador de corriente a partir de la inducción electromagnética.</li> <li>- Intensidades de corrientes en circuitos sencillos de corriente continua.</li> <li>- Comparación de la corriente continua con la corriente alternada.</li> </ul> <p><i>Oscilaciones y Ondas: Luz y Sonido:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenómenos de refracción. La velocidad de la luz.</li> <li>- Tipos de lentes. Instrumentos ópticos (lupas, microscopios, telescopios).</li> <li>- Velocidad de propagación del sonido y su relación con el medio de propagación.</li> <li>- Ondas: principales características (longitud de onda, amplitud, frecuencia).</li> <li>- Introducción a los fenómenos de difracción e interferencia de luz y sonido como fenómenos ondulatorios.</li> <li>- El láser y alguna de sus aplicaciones.</li> </ul> <p><i>El modelo de partículas de los materiales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo Cinético de partículas. Interacciones entre partículas y relación con propiedades de los estados de agregación.</li> <li>- Cambios de estado y reacondicionamiento de partículas. Procesos de disolución y cristalización. Concentración de soluciones. Influencia de la concentración de solutos en las propiedades de las soluciones (temperatura de fusión, ósmosis).</li> <li>- Clases de partículas desde el punto de vista eléctrico y del tamaño. Relación con las propiedades físicas.</li> <li>- Sustancias simples y compuestas: óxidos, sulfuros, hidrocarburos.</li> </ul> | <p><i>Fuerzas y movimiento:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversas formas de ubicar un móvil. Rapidez y velocidad. La aceleración. Movimientos simples (ej.: con aceleración constante).</li> <li>- Las leyes de Newton como modelo de la relación entre causas y efectos.</li> <li>- Campo gravitatorio terrestre. La fuerza peso y la aceleración de la gravedad. Energía cinética y potencial gravitatoria.</li> <li>- Situaciones de conservación y de no conservación de la energía mecánica (ej.: movimiento en el campo gravitatorio con y sin rozamiento ).</li> </ul> <p><i>Presión:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión de los líquidos y gases. Aplicaciones a la descripción de sistemas hidráulicos y a la medición de la presión atmosférica.</li> <li>- Principio de Arquímedes. Condiciones de flotabilidad. Descripción cualitativa del movimiento de los fluidos.</li> </ul> <p><i>Estructura de los materiales en el nivel atómico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los átomos como unidades formadas por cargas eléctricas.</li> <li>- Uniones entre átomos. Moléculas que se diferencian por sus grupos funcionales (ej.: moléculas de compuestos de carbono). Moléculas complejas (proteínas, ADN).</li> <li>- Los iones. Conductividad de soluciones en relación con la existencia de iones.</li> </ul> <p><i>Electrólisis y pilas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La acidez y basicidad como características de las soluciones con iones hidrógeno e hidroxilo.</li> <li>- Modelo atómico de Bohr. Las capas de electrones. Niveles de energía. La Tabla Periódica como resumen de información sobre la estructura de los átomos.</li> <li>- La radiactividad y sus efectos biológicos.</li> <li>- Transformaciones nucleares. Sus aplicaciones a la salud y a la generación de energía. Sus ventajas y sus desventajas.</li> </ul> <p><i>Cambios Químicos y Energía:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reacciones Químicas e Intercambio de Energía (Calor, Luz, Electricidad).</li> <li>- La conservación de la masa en reacciones químicas, y las proporciones entre reactivos y productos.</li> <li>- Ruptura y formación de uniones químicas. El balance de energía en una reacción.</li> </ul> |

La introducción de la ley de la conservación de la energía exige un soporte de hechos o necesidades que la demanden.

En el octavo año, se establece fundamentalmente el concepto de electricidad y magnetismo. Se introduce el concepto de luz y el modelo cinético de partículas, pero no se aclara cuál es el nivel de partículas a desarrollar. No consideramos apropiada la inclusión de la luz como un fenómeno ondulatorio. Este discurso, que no concuerda con el actual discurso científico, debería ser elaborado en términos del concepto de partícula (fotón).

Termina con sustancias simples y compuestas, pero no es posible su abordaje conceptual, sin el desarrollo de un modelo atómico, sin conocer la diversidad de los átomos que las integran. Suponemos que la inclusión de sustancias compuestas tales como óxidos, sulfuros e hidrocarburos se relacionan con la problemática desarrollada en séptimo, industria metalúrgica y del petróleo, sin embargo deberían incluirse otras sustancias próximas a la vida cotidiana.

Consideramos que es apropiada la reflexión sobre el agotamiento de las fuentes no renovables, trabajando actitudes de ahorro energético. El concepto de energía y sus transformaciones facilita el estudio de otros procesos como el de nutrición, respiración o función clorofílica.

Además se profundiza en el conocimiento de la diversidad de estructuras materiales existentes en el mundo natural, sus transformaciones y sus aplicaciones tecnológicas, así como el impacto ambiental.

### 3. Las modificaciones a la secuencia de los contenidos conceptuales

A mediados de 1999, se produce una modificación en la secuenciación de los contenidos conceptuales correspondientes al Tercer Ciclo de la EGB en el Área de las Ciencias Naturales, siendo el Eje antes mencionado el único en el que se introducen modificaciones. En la Tabla II se presentan dichas modificaciones, detallándose qué contenidos conceptuales cambian de curso.

TABLA II: Modificación de los contenidos conceptuales (1999)

| SÉPTIMO  | OCTAVO  | NOVENO  |
|--|---|---|
| De octavo<br>- Interacciones entre partículas y relación con propiedades de los estados de agregación.<br><br>De noveno.<br><i>Fuerzas y movimientos.</i><br><i>Presión.</i> | De séptimo<br><i>La Energía y sus transformaciones</i><br><br>De noveno<br>- Modelos atómicos. Los átomos como unidades formadas por cargas eléctricas. Clases de partículas. | De octavo<br><i>Oscilaciones y ondas: luz y sonido.</i> |

Es necesario aclarar aquí que los diseñadores no tuvieron en cuenta el posible impacto negativo producido en la organización escolar, ya que los maestros que iban a ejercer la docencia en séptimo año habían sido capacitados tomando como referencia el diseño anterior. Por lo tanto se les capacitó en contenidos que luego no serían abordados y no se los capacitó en los nuevos contenidos.

Advertimos que en esta reordenación de contenidos en séptimo curso, la secuenciación permite justificar los fenómenos térmicos y los cambios de estado mediante las interacciones entre partículas

El paso a octavo de la energía y sus transformaciones, imposibilita la clarificación de los conceptos de calor y temperatura.

La incorporación a octavo de un modelo atómico permite justificar, como dijimos anteriormente, la diferencia entre sustancias simples y compuestas. Aunque una vez más solo hace explícitos los óxidos, sulfuros e hidrocarburos, como compuestos.

El desplazamiento del tema de la luz, de octavo a noveno, no modifica la orientación incorrecta del tema.

El DCP establece la visión de que la enseñanza se ha de desarrollar, no desde asignaturas compartimentalizadas, sino como área de conocimiento amplio, utilizando los conceptos a partir de contenidos transversales. De acuerdo con esta visión del conocimiento como una herramienta, se puede establecer la distinción entre *conocimiento inerte* y *conocimiento útil* (Claxton, 1994; Hodson, 1994). Los estudiantes podrían manejar conceptos, dar definiciones, manejar algoritmos, pero no tener idea de qué hacer con ellos en una determinada situación o cómo aplicarlos, en cuyo caso estaríamos muy lejos de lograr la construcción del conocimiento como nueva cultura educativa (Arnay, 1997; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Como opinan Brown et al. (1989), *es posible adquirir una herramienta, pero ser incapaz de usarla.*

#### **4. Contenidos procedimentales**

Como señala Caamaño (1989), es importante aclarar, que el conocimiento científico se establece a través del uso de formas específicas de pensamiento y de actividades prácticas también concretas, así como por la comunicación de ideas y descubrimientos a la comunidad científica.

Los profesores de ciencias, parecen tener dificultades para diferenciar y organizar dichos contenidos a la hora de analizar o diseñar actividades concretas de enseñanza. Esta dificultad se incrementa si se presenta como un listado.

TABLA III: Contenidos procedimentales: materia, energía y cambio

| SÉPTIMO  | OCTAVO  | NOVENO   |
|--|---|--|
| <p><i>Energía:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de experimentos históricos referidos a la transformación de diversas formas de energía en calor.</li> <li>- Recuperación de material de divulgación acerca de transformaciones, conservación y degradación de la energía.</li> <li>- Diseño y desarrollo de experiencias sobre distintas transformaciones de energía.</li> <li>- Elaboración de artículos de divulgación sencillos.</li> </ul> <p><i>Fenómenos térmicos y cambios de estado:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificación de la relación entre temperatura y calor a través de los distintos cambios de fase de la materia.</li> <li>- Interpretación de escalas de temperatura.</li> <li>- Diseño y desarrollo de experimentos sobre cambios de fase de la materia.</li> <li>- Comunicación de resultados a través de informes.</li> </ul> <p><i>Los materiales y el hombre:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperación de información sobre composición y uso de materiales existentes como productos comerciales.</li> <li>- Diseño y ejecución de experimentos para la determinación de propiedades mecánicas y químicas de los materiales.</li> <li>- Análisis de procesos industriales mediante visitas a los establecimientos de la región.</li> <li>- Producción de informes, maquetas, videos, audiovisuales sobre procesos industriales analizados.</li> <li>- Selección, recolección y organización de la información sobre el estado de contaminación a nivel regional del aire, el agua y el suelo.</li> </ul> | <p><i>Electricidad y magnetismo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo de la fuerza producida por la interacción entre cargas eléctricas.</li> <li>- Análisis de materiales conductores y no conductores.</li> <li>- Diseño, construcción y análisis del funcionamiento de aparatos simples (ej.: timbre, parlante).</li> <li>- Observación y análisis del funcionamiento de transformadores, generadores y motores eléctricos, radio y TV.</li> <li>- Recuperación y análisis de información para contrastar los resultados.</li> </ul> <p><i>Oscilaciones y Ondas: Luz y sonido:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción y uso de instrumentos ópticos sencillos.</li> <li>- Diseño y ejecución de exploraciones acerca de ondas mecánicas.</li> <li>- Interpretación de la información y comunicación mediante informes.</li> <li>- Comparación entre difracción e interferencia de luz; experiencias análogas de sonido.</li> <li>- Recuperación de información en material de divulgación sobre rayo láser.</li> </ul> <p><i>El modelo de partículas de los materiales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición de propiedades de soluciones.</li> <li>- Diseño de experiencias para la medición y análisis de propiedades de soluciones en función de la concentración.</li> <li>- Modelos espaciales de estructura molecular. Representación gráfica.</li> <li>- Control de variables en experiencias de descomposición de sustancias.</li> </ul> | <p><i>Fuerzas y Movimientos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación, registro y control de las variables que intervienen en un movimiento.</li> <li>- Análisis de movimientos de aceleración constante (desde el punto de vista cinético y dinámico).</li> <li>- Análisis de situaciones en las que varía la energía mecánica de un sistema.</li> </ul> <p><i>Presión:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lectura y análisis de experimentos históricos.</li> <li>- Utilización del principio de Arquímedes para la determinación de la densidad en diferentes cuerpos.</li> <li>- Diseño y desarrollo de experimentos sencillos referidos a la mecánica de los fluidos.</li> <li>- Interpretación y comunicación de los resultados.</li> </ul> <p><i>La estructura de los materiales a nivel atómico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación, registro e interpretación de cambios térmicos en procesos químicos.</li> <li>- Representación gráfica con modelos espaciales y notación simbólica de ecuaciones químicas sencillas.</li> <li>- Diseño de experimentos para la producción de energía eléctrica a través de reacciones químicas.</li> <li>- Uso de reactivos para la detección de grupos funcionales.</li> <li>- Elaboración y análisis de modelos macromoleculares.</li> <li>- Recuperación de información a través de videos educativos.</li> <li>- Análisis e interpretación de información en material de divulgación científica.</li> <li>- Observación, análisis e interpretación de la Tabla Periódica para buscar información sobre la estructura y composición del núcleo atómico.</li> <li>- Predicción de comportamientos en base a resultados de exploración realizados.</li> </ul> <p><i>Cambios Químicos y Energía:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación, registro e interpretación de cambios térmicos en procesos químicos.</li> <li>- Diseño de experimentos para la producción de electricidad a través de reacciones químicas.</li> <li>- Uso de reactivos para la detección de grupos funcionales.</li> </ul> |

Es necesario disponer de criterios de selección y secuenciación (Pro, 1995, 1997) de los contenidos procedimentales en el proceso de aprendizaje de las ciencias para que el docente tenga una visión clara de la estructura de estos contenidos y de su integración con los contenidos conceptuales en su propuesta de aula (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Para proceder al análisis de los contenidos procedimentales propuestos por el DCP, (Tabla III) hemos tomado como referencial las categorías propuestas por Pro (1995, 1997). En dicha tabla se puede observar que:

Para el séptimo curso, se proponen algunas destrezas enmarcadas en las denominadas **estrategias de investigación** como: diseños experimentales, verificación de hipótesis mediante experimentación, medición, uso de técnicas elementales de laboratorio. O **destrezas de comunicación** como: análisis de materiales escritos o de visitas realizadas

En el octavo curso, se incorporan otras **destrezas de investigación**: observación relación entre variables, análisis y transformación de datos. **Algunas destrezas de comunicación**: transformación e interpretación de información. Sin embargo notamos en falta, dado que se incluyen los bloques *oscilaciones y ondas: luz y sonido* y el *modelo de partículas de los materiales*, que no aparezcan formuladas explícitamente aquellas destrezas de investigación relacionadas con el uso de modelos para la explicación e interpretación de hechos y fenómenos.

En el noveno curso, se incorporan ciertas **destrezas de investigación** como el uso de principios, pero sólo con el objetivo exclusivo de realizar cálculos, en este caso concreto el principio de Arquímedes para el cálculo de la densidad. Además se proponen la elaboración y análisis de modelos - elaboración y análisis de modelos macromoleculares- pero, tal como está formulado, parece que con el objetivo de su aprendizaje memorístico y no para utilizarlo en la interpretación de situaciones o de acontecimientos; procedimiento, éste último, que estaría más acorde con el denominado aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983).

Se propone la interpretación de observaciones, datos y medidas, pero no se plantea explícitamente la necesidad de contrastarlos a la luz de las teorías, lo que fomentaría el uso de las mismas para que los estudiantes elaborasen razonamientos justificativos basados en los marcos teóricos de la ciencia escolar.

En contra de lo que podría esperarse, en ningún momento se formulan explícitamente contenidos procedimentales relacionados con el razonamiento, ni con la argumentación, por lo que, a la vista de la Tabla III, quedan fuera de este Tercer Ciclo de la EGB las conjeturas y la controversia. Los diseñadores no han tenido en cuenta que durante la última década se ha puesto de manifiesto la importancia del discurso en el aula de ciencias respecto del aprendizaje, señalándose la importancia del trabajo cooperativo (Pontecorvo, 1992; Eichinger, et al., 1991) y su influencia positiva en el

aprendizaje de conceptos y en el desarrollo de la capacidad de investigación (Richmond y Shriley, 1996).

Debemos recordar que uno de los criterios por los que se introduce la Ciencia en la enseñanza secundaria es el valor formativo, no solo de los conceptos y modelos, sino de su metodología de trabajo. En este sentido existe una interrelación y dependencia entre los marcos teóricos y metodológicos (Millar y Driver, 1987). Sin embargo no se da al alumnado acceso a estas formas de aprendizaje, pues no se promueven actividades de clase adecuadas junto con las prácticas discursivas asociadas, que familiaricen a los estudiantes con la argumentación y con el razonamiento científicos, de manera que puedan ganar confianza en su utilización y adoptarlos para ellos mismos (Driver y Newton, 1997).

## 5. Contenidos actitudinales

A continuación se detallan los contenidos actitudinales, presentes en el DCP, que son generales para todo el ciclo. Las orientaciones indican que se ha de lograr su desarrollo a lo largo de los tres cursos: séptimo, octavo y noveno.

Como en los procedimentales, hemos elegido un referencial para categorizar los contenidos actitudinales. En este caso nos hemos basado en las categorías propuestas por Hodson (1985). Dichas categorías y los contenidos actitudinales extraídos del DCP, se recogen en la Tabla IV.

Tabla IV: Clasificación de los contenidos actitudinales

| Categorías de Hodson   | Contenidos actitudinales del eje <i>materia, energía y cambio</i>  |
|--|--|
| <i>Actitud sobre la ciencia y sobre su imagen pública.</i>                   | Valoración de las posibilidades de plantear y resolver problemas en relación al mundo natural.<br>Valoración crítica del efecto de los productos químicos existentes en el entorno y que atentan contra la calidad de vida, el patrimonio artístico y el futuro del planeta.   |
| <i>Actitud sobre los métodos de la ciencia.</i>                              | Respeto por las normas de trabajo en el ámbito científico escolar<br>Valoración de las posibilidades que brinda el lenguaje científico para modelizar fenómenos naturales  |
| <i>Actitud sobre la actitud científica.</i>                                  | Valoración de las posibilidades que brinda el lenguaje científico para modelizar fenómenos naturales   |
| <i>Actitud sobre las implicaciones sociales y ambientales de la ciencia.</i> | Valoración de los aportes científicos que dan respuesta a las necesidades de la humanidad mediante la producción de materiales con nuevas propiedades.<br>Valoración crítica del efecto de los productos químicos existentes en el entorno y que atentan contra la calidad de vida, el patrimonio artístico y el futuro del planeta. |
| <i>Actitud sobre la enseñanza de la ciencia.</i>                             | Valoración del intercambio de ideas como fuente de construcción de los conocimientos   |

Se puede inferir de la Tabla IV que el DCP pretende fomentar el aprendizaje de actitudes hacia la ciencia y el saber científico, como construcción social. Pero también señala en el aula se debe fomentar, determinadas actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia, que aunque en parte están vinculadas con las anteriores, constituyen de hecho un objetivo diferente.

Así mismo se presentará la ciencia a los estudiantes, como un proceso constructivo, que deben aprender de un modo constructivo, adoptando un enfoque profundo, buscando el significado y el sentido de la ciencia (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

## 6. El profesorado

Hemos considerado de interés señalar algunas inferencias resultantes del análisis global de toda la propuesta, aunque esto no ha sido objeto de investigación en el presente trabajo, que contribuyen a poner de manifiesto el estado de la cuestión.

Estamos convencidos de que ningún diseño curricular deber ser confundido con una programación de aula, ni un libro del alumno o del profesor, por ello, como indicábamos representa un reto para el docente. El cambio del sistema educativo en general, demanda, por lo tanto, una capacitación específica de recursos humanos.

Dichos recursos humanos, hasta el día de hoy, han quedado partidos, debido a que el primer año del tercer ciclo de la EGB, está bajo la dirección de lo que antes se denominaba Escuela Primaria y desarrollado por los Maestros de grado, y el segundo y tercer año del tercer ciclo de la EGB, ha quedado bajo la dirección de lo que antes se denominaba Escuela Secundaria y desarrollados por los Profesores de Enseñanza Media. El análisis de la situación pone de manifiesto una disociación, que posiblemente no tenga paralelo en otras profesiones. Subyace la idea de que los conocimientos que se deben enseñar a los estudiantes deben de aumentar en cantidad y complejidad a medida que se incrementa su edad. Idea que justifica la visión demasiado optimista que marca la actual formación del profesorado (Domínguez et al. 1990):

- Respecto de la formación del profesorado de enseñanza media, se centra la atención en el componente cultural con el lema clásico *para enseñar basta con saber la asignatura*, cosa imprescindible claro está, pero no suficiente (Mellado, 1998). Para ello se considera necesaria una formación disciplinar.
- Respecto de la formación de los maestros se hace menos énfasis en la componente cultural, pues se considera que al ser el alumnado de menor edad ya no es necesario que los conocimientos sean tantos, ni tan

complejos. Ya no es tan necesario *saberse la asignatura* y se considera suficiente una formación más general.

- Pero lo que es tan grave: no se tiene en cuenta la componente psicopedagógica.

Ante esta situación, el profesor de EGB, debido a su formación y carga horaria, tendrá serias dificultades para realizar una transposición didáctica y para ensayar metodologías innovadoras, acordes con lo solicitado por el DCP.

## 7. Conclusiones

De lo dicho hasta aquí -sobre la propuesta del Diseño Curricular de la Provincia de Santa Fe, para el Tercer ciclo de la EGB, eje *materia, energía y cambio*- se derivan una serie de conclusiones que tienen claras implicaciones a tener en cuenta para su aplicación en el aula por el profesorado en ejercicio.

Respecto de los contenidos actitudinales, si comparamos las orientaciones del DCP con los contenidos actitudinales que se proponen en el mismo, vemos que ambos se integran armónicamente con la finalidad de contribuir a la formación de individuos comprometidos con el entorno y con el medio natural; de ciudadanos capaces de elegir y ser elegidos en un sistema democrático, y de discernir entre las nuevas posturas y soluciones a los problemas del mundo natural que la Ciencia pueda desarrollar.

Esto mismo ocurre con otros diseños curriculares básicos, véase por ejemplo el Real Decreto de Mínimos para la Educación Secundaria Obligatoria en España (MEC, 1991) cuya filosofía subyacente coincide con la del DCP.

*El área de Ciencias de la Naturaleza contribuye de forma decisiva al desarrollo y adquisición de capacidades que se señalan en los objetivos generales de la Educación Secundaria Obligatoria, tales como: una mejor comprensión del mundo físico, de los seres vivos y de las relaciones existentes entre ambos, mediante la construcción de un marco conceptual estructurado; la adquisición de procedimientos y estrategias para explorar la realidad y afrontar problemas, dentro de ella, de una manera objetiva, rigurosa y contrastada; el desarrollo de comprensión y expresión correcta y rigurosa de textos científicos y tecnológicos; la adopción de actitudes de flexibilidad, coherencia, sentido crítico, rigor y honestidad intelectual; equilibrio personal, mediante el conocimiento de las características, posibilidades y limitaciones del propio cuerpo, en cuanto organismo vivo, cuya salud y bienestar depende de sus relaciones con el medio, al cual por otra parte, también es preciso cuidar y mejorar.*

La dificultad para el docente radica en plasmar dicha filosofía en contenidos concretos que serán objeto de enseñanza y aprendizaje.

Efectivamente, en relación con los contenidos conceptuales, su formulación en el DCP es muy sintética, la consideramos, en ocasiones, incorrecta, y no facilita el desarrollo de los modelos de la ciencia. Además su estructura es exclusivamente disciplinar, por lo que se presentan sin relación con los procedimientos y con las actitudes. Parece desprenderse que los diseñadores del currículo, traten de fomentar entre el profesorado metodologías relacionadas con la transmisión-recepción, y, si ese no es el caso, se espera que sea el profesorado el que haga el esfuerzo de diseñar actividades en las que los tres tipos de contenidos se integren; de manera que se ponga de manifiesto su carácter funcional, es decir su utilidad, para justificar los acontecimientos que se producen entorno a los estudiantes, y que, en definitiva, estos encuentren razones que justifiquen el esfuerzo que supone su aprendizaje. A este respecto debemos rescatar las palabras de García-Rodeja (1999):

*La psicología del aprendizaje nos recuerda que no se aprende con definiciones sino que, partiendo de realidades significativas, se ofertan, en conformidad con la demanda que surge del análisis del hecho significativo, modelos útiles al alumno para que construya su pensamiento.*

Respecto de los contenidos procedimentales, aparecen formulados, como indicamos anteriormente, sin que se haga explícita su relación con los conceptuales.

Parece que ha prevalecido una visión positivista de la ciencia, pues se ha puesto énfasis en promover situaciones basadas en hechos con experimentos que confirman las hipótesis. Desde esta visión de la ciencia, se fomentarían, en la mayoría del profesorado de ciencias (Lakin y Wellington, 1994), metodologías de enseñanza basadas en considerar que la ciencia es un proceso empírico, en el que las afirmaciones sobre el conocimiento se basan en la observación y donde las conclusiones y generalizaciones se hacen a partir de tales observaciones a través de la inducción (Duschl 1997; Hodson, 1994).

El DCP, parece establecer una equivalencia entre procedimientos, técnicas y destrezas. En este sentido podemos afirmar (Domínguez et al., 1998-1999):

No se deben confundir los procedimientos con determinadas técnicas o destrezas. La resolución de cualquier problema supone la elaboración de estrategias que implican una planificación y toma de decisiones, y en consecuencia, una actividad deliberada y controlada por parte del alumnado. En este sentido implica un uso intencionado de los mismos en función de los objetivos de la tarea.

Para esta labor, conceptos y procedimientos, deberán estar integrados. En consecuencia, el docente debe incorporar a su trabajo la idea de que un

auténtico aprendizaje, supone el establecimiento de esquemas de razonamiento (Domínguez, et al., 1999) y acción (Domínguez, et al., 1998-1999), que permitan su uso en la interpretación de problemas, así como su transferencia a resolución de problemas nuevos.

Finalmente los inconvenientes operativos planteados en relación a la implementación del Tercer Ciclo de la EGB, hacen pensar que sólo la evaluación global, continua y sistemática del mismo a lo largo del tiempo, delimitando los contenidos conceptuales y adecuando los procedimentales, permitirán lograr algunos de los propósitos de los documentos oficiales.

Esta evaluación debe enmarcar, necesariamente, la formación de los recursos humanos idóneos para encarar la problemática por áreas, que es otro de los desafíos que debe solucionar la Jurisdicción Provincial, definiendo los roles de los maestros y de los profesores en este ciclo, sin los cuales no será posible ninguna modificación (Domínguez et al, 1990). Probablemente sea necesaria la colaboración de expertos universitarios en las Didácticas de las Disciplinas, en este caso en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Será necesario analizar críticamente nuestras propuestas, o no seremos capaces de mejorar nuestro sistema educativo.

## Agradecimientos

Al Vicerrectorado de Relaciones Exteriores y al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la USC, a la Secretaría de Cooperación Internacional y a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, por la estancia en Santiago que posibilitó la realización de actividades conjuntas de investigación entre ambas Universidades.

## Bibliografía

- Arnay, J. (1997). *Reflexiones para un debate sobre la construcción del conocimiento en la escuela: hacia una cultura científica escolar*. En Rodrigo, M<sup>a</sup>. J y Arnay, J. *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa*. México: Trillas.
- Brown, J.; Collins, A. y Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 19, 32-42.
- Caamaño, A. (1988). Tendencias actuales en el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 265-277.

- Claxton, G. (1994). *Educación mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Madrid: Visor.
- Domínguez J.M.; Pro, A.; García-Rodeja, E. e Illobre, M<sup>a</sup>. L<sup>a</sup>. (1999). *Esquemas de razonamiento del alumnado de E.S.O.: Interpretación del posible comportamiento de un sistema cuando intercambia energía con una fuente*. En Martínez Losada, C. y García Barros, S. *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. A Coruña: Servicio de Publicacións da Universidade da Coruña.
- Domínguez, J. M.; Pro, A.; García-Rodeja, E. e Illobre, M<sup>a</sup>. L. (1998-1999). Os esquemas de acción e a avacalió do coñecemento procedimental. A medida da temperatura na ESO. *Adaxe. Revista de estudos e experiencias educativas*, 14-15, 233-270.
- Domínguez, J.M.; García-Rodeja, I.; Jiménez, M.P. y Lorenzo, F. (1990). A profesión docente en ciencias. *Boletín das Ciencias*, 7, 23-27.
- Driver, R. y Newton, P. (1997). *Stablishing the norms of scientific argumentation in classrooms*. Comunicación presentada en la Conferencia Anual de ESERA. Roma.
- Duschl, R.A. (1997). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- Eichinger, D.; Andersson, C.W.; Palincsar, A.S. y David, Y.M. (1991). *An illustration of the roles of Content knowledge, Scientific Argument and Social norms in Collaborative Problem-solving*. Paper presentado a la conferencia anual de AERA. Chicago.
- García-Rodeja, E. (1999). La química de los elementos en la ESO. *Alambique*, 21, 79-87.
- Halwachs, F. (1983). *La física del profesor entre la física del físico y la física del alumno*. En: Coll, C. (comp.). *Psicología genética y aprendizajes escolares*. Madrid: Siglo XXI.
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education, *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Lakin, S. y Wellington, J. (1994). Who will teach the 'nature of science? Teachers' views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 16 (2), 175-190.
- MCEN (1997). *La selección y el uso de materiales para el aprendizaje de los C.B.C.* Orientaciones para la EGB. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Argentina.
- Mellado, V. (1998). Estudio de aula en la formación continua del profesorado de ciencias. *Alambique*, 15, 39-46.
- MEC (1991). Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

- 
- MEP (1997). *Tercer Ciclo EGB: lineamientos y documentos para la elaboración del Diseño Curricular Provincial*. Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. Santa Fe. Argentina.
- Millar, R.H. y Driver, R. (1987). Beyond Processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- Novak, J.D. y Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Pontecorvo, C. y Orsolini M. (1992) Analizando los discursos de las prácticas alfabetizadoras desde la perspectiva de la teoría de la actividad. *Infancia y Aprendizaje*, 58, 125-141.
- Pozo, J. I. Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- Pro, A. (1995). Reflexiones para la selección de contenidos procedimentales en ciencias. *Alambique*, 6, 77-87
- Pro, A. (1997). ¿Cómo pueden secuenciarse contenidos procedimentales? *Alambique*, 14, 49-59.
- Richmon, G. y Striley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in small group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (8), 839-858.