

Serie Didácticas

Didáctica de las
**Ciencias
Naturales**

Enseñar Ciencias Naturales

Liliana Liguori
María Irene Noste


HomoSapiens
EDICIONES

Serie Didácticas

Didáctica de las
Ciencias Naturales

Enseñar Ciencias Naturales

Liliana Liguori
María Irene Noste



Liguori, Liliana

Didáctica de las ciencias naturales: enseñar ciencias naturales:
enseñar a enseñar ciencias naturales / Liliana Liguori y María Irene
Noste - 1a ed. 12a reimp. - Rosario: Homo Sapiens Ediciones, 2016.
212 p.; 21x15 cm. (Educación. Didácticas dirigida por Fernando Avendaño)

ISBN 950-808-448-0

I. Formación Docente I. Noste, María Irene, II. Título
CDD 371.1

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Enseñar Ciencias Naturales

1ª edición, 2005

12ª reimpresión, abril de 2016

© 2005 | Homo Sapiens Ediciones

Sarmiento 825 (S2000CMM) Rosario | Santa Fe | Argentina

Telefax: 54 341 4406892 | 4253852

E-mail: editorial@homosapiens.com.ar

Página web: www.homosapiens.com.ar

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723

Prohibida su reproducción total o parcial

ISBN: 950-808-448-0

Corrección: Humberto Lobbosco

Diseño: Adrián F. Gastelú - Ariel Frusin

Este libro se terminó de imprimir en abril de 2016

en Talleres Gráficos Fervil SRL. | Santa Fe 3316 | Tel. 0341 4372505

E-mail: contacto@fervilimpresos.com.ar | 2000 Rosario | Santa Fe | Argentina

*A Ma. de los Ángeles, Ma. de la Paz y Ma. de la Luz.
A Melania y Agustín.*

Nuestros hijos

ÍNDICE

Presentación	11
Introducción	13
PRIMERA PARTE	
Estado y evolución del estatus de la Didáctica de las Ciencias Naturales	17
1. La Didáctica de las Ciencias Naturales: una disciplina emergente	19
2. La enseñanza de Ciencias Naturales para la escuela del siglo XXI	21
3. Para qué se enseña ciencias hoy: los nuevos alfabetizados	25
4. Aprender sobre ciencias para enseñar ciencias. Fundamentos epistemológicos	27
5. Ciencia, Tecnología y Sociedad: unas relaciones complejas	33
6. Entre la ciencia y la escuela: construcción del conocimiento escolar en ciencias	35

El Área de Ciencias Naturales: un enfoque integrador	42
7.1 Integrar el Área a través de conceptos estructurantes o metaconceptos	45
7.2 Integrar el Área estableciendo relaciones entre conceptos específicos de las distintas disciplinas	47
7.3 Integrar el Área abordando problemas significativos para los alumnos	50

2. Un modelo alternativo: la enseñanza por investigación	90
3. Propuestas didácticas	103
3.1 Seres vivos: Las plantas	104
3.2 La estructura de la materia.....	119
3.3 Una propuesta integradora: Los alimentos	131

PARTE

enseñar en Ciencias Naturales?	53
--------------------------------------	----

El aprendizaje de las ciencias como proceso gradual de conceptualización, adquisición de procedimientos y vivencia concreta de actitudes

55

2. Los contenidos conceptuales: comprender para aprender significativamente	58
3. Los contenidos procedimentales: el "hacer" de la ciencia escolar	62
4. Las actitudes: la dimensión afectiva de la ciencia escolar	67
5. Organizar el currículo del Área: selección y secuenciación de contenidos	72
6. ¿Cuáles serían los contenidos conceptuales del Área de Ciencias Naturales apropiados para una enseñanza general básica?	75
. Las hipótesis de progresión	79

TERCERA PARTE

¿Cómo enseñar Ciencias Naturales?	85
---	----

. Una cosa es lo que intentamos enseñar y otra lo que el alumno aprende

87

PRESENTACIÓN

La *Serie Didácticas* se suma a la impostergable tarea de contribuir al mejoramiento de la calidad de la enseñanza. Es decir, constituye una “propuesta de recursos fundamentados” para fortalecer la formación de los educadores, pensada para aportar a la adquisición, el descubrimiento y la construcción de los saberes priorizados en los diferentes campos disciplinares de los currículos actuales.

Nuestra pretensión es que se convierta en una ayuda para las tareas de planificación, planteamiento de estrategias y evaluación de los alumnos y del propio proceso de enseñanza, a la vez que se vuelva una herramienta eficaz para resolver los problemas con que nos enfrentamos diariamente en nuestro quehacer educativo.

Entendemos que se trata de un proyecto que jerarquiza las ofertas y los recursos puestos al alcance de los docentes –pues presenta los avances, tanto en la investigación disciplinar como en la pedagógica y didáctica–, elaborado por reconocidos profesores. Proyecto que cuenta con una sólida fundamentación teórico-metodológica, pero, a la vez, con un lenguaje directo y claro, con abundantes ejemplos extraídos de la realidad de las clases, y con propuestas directamente aplicables en el aula, que permitirán diversificar el tipo de actividades que habitualmente llevamos a cabo en nuestro trabajo.

La propuesta intenta responder a la constante actualización científica y didáctica de quienes estamos implicados cotidianamente en la educación de nuestros alumnos, pero también incluye la consideración de la enseñanza

de las disciplinas en las aulas de formación de docentes, sugiriendo nuevas iniciativas, invitando a la indagación permanente y brindando formas prácticas y operativas de aplicar los principios de renovación que alejan el ejercicio de nuestra profesión de una rutina tan previsible como aburrida.

Esta serie, que atiende una amplia variedad de temas de viva actualidad, está dirigida, en suma, a todos los colegas –sensibles hacia esa dimensión creativa que debe rodear el proceso didáctico– buscadores de criterios propios y amplios para incorporar a sus programas, sus clases y los materiales que elaboran.

Esperamos que nuestras metas se cumplan.

PROF. FERNANDO AVENDAÑO
Director

INTRODUCCIÓN

El propósito de este libro es presentar un panorama de aspectos que consideramos relevantes en la enseñanza de las Ciencias Naturales para ayudar a modificar, enriquecer o ampliar las prácticas docentes. Esperamos promover espacios de reflexión sobre lo que hacemos en nuestras clases de ciencias y por qué lo hacemos, adhiriendo a las palabras de Hilda Weissmann cuando afirma que una lectura crítica de la propia práctica implica no sólo saber qué y cómo se enseña, sino también reconocer las teorías didácticas que están en juego para poder interpretar nuestros aciertos y fracasos.

A pesar de lo mucho que se ha escrito y leído acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, algunas cuestiones siguen apareciendo con insistencia:

- *¿Los docentes de ciencias, hemos cambiado realmente nuestro abordaje didáctico?*
- *¿Cuál es la naturaleza y profundidad de ese cambio?*
- *¿Se aplican estos cambios?*
- *¿Qué se enseña en Ciencias Naturales?*
- *¿Cómo se enseña?*

Parece estar claro dónde están las dificultades, pero no los caminos para resolverlas. Así, la incoherencia entre lo que pensamos y lo que hacemos es frecuente en el ejercicio de nuestra profesión.

Esta propuesta la hemos ido construyendo a través de nuestra práctica docente, de las lecturas realizadas y del intercambio con otros colegas y especialistas con los que hemos tenido la suerte de trabajar.

Este libro consta de dos secciones. La primera de ellas está dirigida a docentes en ejercicio de la Educación General Básica¹; la segunda, está orientada a la Formación Inicial de los mismos.

En la Primera Sección, que consta de tres partes, se desarrollan algunos aspectos que reflejan tendencias actuales del campo de la Didáctica específica del área, ante la necesidad de realizar cambios sustanciales en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias.

La Primera Parte comienza con algunas consideraciones acerca de la Didáctica de las Ciencias Naturales, disciplina emergente en la que confluyen saberes procedentes de distintos campos, que es necesario aunar de forma teórica y práctica.

A continuación, se enfatiza qué ciencia debe enseñarse en la escuela del siglo XXI para lograr la *alfabetización científica* que permita a los alumnos adaptarse a las nuevas condiciones de vida que hoy se imponen.

El docente, como mediador eficaz entre las nuevas generaciones y la cultura, de la cual las ciencias forman parte, debe poseer sin duda el conocimiento de la materia que enseña, conocimiento que debe incluir también sus fundamentos epistemológicos. Es así que abordamos algunas cuestiones relacionadas con la imagen de ciencia actualmente vigente.

La propuesta de un Área de Ciencias Naturales, como se sugiere desde la mayoría de los currículos oficiales, supone nuevos enfoques tanto en lo que atañe a la selección de los contenidos como al modo de trabajarlos en el aula. De la necesidad de integrarlos, surgen las orientaciones que desarrollamos en el último apartado de esta Primera Parte.

Los contenidos de ciencias que se enseñan en la escuela, proceden de una selección y adecuación realizadas a partir del conocimiento científico que constituye la ciencia erudita. Atendiendo a la estructura de ésta, cuando

enseñamos ciencias, debemos considerar tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales. En la Segunda Parte de esta Sección, abordamos algunos aspectos relacionados con una cuestión determinante para los docentes a la hora de elaborar su proyecto curricular: el qué enseñar en el contexto de la ciencia escolar.

Partiendo de una concepción de aprendizaje como proceso gradual de construcción del conocimiento, sugerimos estrategias para que nuestros alumnos se apropien activamente de dichos contenidos.

Además, teniendo en cuenta que un obstáculo con el que tropezamos frecuentemente los docentes del área de ciencias, está relacionado con la selección, secuenciación y determinación del alcance de los contenidos para cada ciclo y/o año de la Educación General Básica/Primaria, proporcionamos algunas orientaciones al respecto.

Finalmente, en la Tercera Parte, bajo el título *¿Cómo enseñar Ciencias Naturales?*, exponemos nuestras ideas acerca de la metodología o métodos de enseñanza, planteando un marco teórico que sirve de fundamento a un modelo didáctico alternativo: la enseñanza y el aprendizaje por investigación. No obstante, sabemos que no es posible ni deseable pretender hallar una única propuesta de enseñanza.

Por último, en *Propuestas didácticas*, nos centramos más en el aula, a través del desarrollo de algunos temas claves en el currículo de Ciencias Naturales. Nuestra intención es que en ellas se refleje lo que hemos querido transmitir a lo largo de esta Primera Sección.

En la Segunda Sección, nos proponemos contribuir al fortalecimiento de la carrera docente a través de orientaciones dirigidas al logro de una mejor apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes, que redunde en una formación profesional adecuada. Con este propósito incluimos una selección de contenidos, algunas ideas orientadoras para su enseñanza y una propuesta didáctica abierta y flexible que pueda servir de referencia.

Este texto no ha sido planteado con la intención de juzgar lo que los docentes hacen, sino como aportes de dos colegas que, intentando buscar respuestas, han podido detenerse un momento en su tarea y procurar una síntesis con el deseo de compartirla.

1. En Argentina la Educación General Básica es obligatoria, de 9 años de duración a partir de los 6 años de edad y abarca tres Ciclos, según lo establecido en el artículo 15 de la Ley Federal de Educación N° 24.195.

PRIMERA PARTE

Estado y evolución del estatus de la Didáctica de las Ciencias Naturales

"La Didáctica de las Ciencias es la ciencia de enseñar ciencias".

MERCE IZQUIERDO

1. La Didáctica de las Ciencias Naturales: una disciplina emergente.
2. La enseñanza de Ciencias Naturales para la escuela del siglo XXI.
3. Para qué se enseña ciencias hoy: los nuevos alfabetizados.
4. Aprender sobre ciencias para enseñar ciencias. Fundamentos epistemológicos.
5. Ciencia, Tecnología y Sociedad: unas relaciones complejas.
6. Entre la ciencia y la escuela: construcción del conocimiento escolar en ciencias.
7. El Área de Ciencias Naturales: un enfoque integrador.
 - 7.1 Integrar el Área a través de conceptos estructurantes o metaconceptos.
 - 7.2 Integrar el Área estableciendo relaciones entre conceptos específicos de las distintas disciplinas.
 - 7.3 Integrar el Área abordando problemas significativos para los alumnos.

1. La Didáctica de las Ciencias Naturales: una disciplina emergente

A mediados de la década del 70 y con mayor ímpetu en los 80, se fue generando un fuerte debate epistemológico y metodológico en relación a la Didáctica de las Ciencias Naturales lo cual fue consolidando su constitución como campo científico emergente. En 1992, Hodson, D. sostenía:

“Hoy ya es posible construir un cuerpo de conocimientos en el que se integren coherentemente los distintos aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias.”

Para entender la necesidad de esta Didáctica específica es preciso aceptar que en la sociedad y, paradójicamente en cierta docencia tradicional, está enraizada la idea de que enseñar es una tarea mecánica que implica “dominar” conocimientos de la materia y otros de didáctica general, sumados a una práctica básica, funcionando esto como una fórmula acertada a la hora de ser docentes. Es decir que se enseña explicando los contenidos y se aprende estudiando, reteniendo las ideas y repitiendo las mismas para “demostrar” que se aprendió, lo que nos lleva a un planteo más de sentido común que de dominio profesional.

La educación científica o ciencia escolar constituye un cuerpo dinámico de conocimientos que, en la medida que se trabajen adecuadamente en el ámbito de la escuela, permitirán a los alumnos alcanzar una alfabetización científica necesaria para la inserción social en los tiempos que vivimos, tanto a nivel de conocimientos como de actitudes, en pro de una mejor calidad de vida. Autores como Fourez, G. (1997) plantean una analogía entre la importancia de la actual alfabetización científica y tecnológica con la alfabetización básica que ofrecía la escuela en el siglo pasado.

Múltiples intentos de renovación de la enseñanza de las ciencias se promovieron en diferentes países en respuesta a la creciente necesidad de una educación científica para todos. Pero los resultados no fueron muy positivos ya que la enseñanza de ciencias encierra problemas propios que merecen investigarse en profundidad. Prueba de ello es el notable fracaso escolar

en esta área (Giordan, A. 1997) cuyo origen está más cercano a obstáculos generados desde su enseñanza que a limitaciones o impedimentos en los alumnos. Esto lleva a pensar que un punto fundamental de investigación y revisión crítica se centra en las concepciones que los docentes tienen acerca de la ciencia, ya que las mismas subyacen en su enseñanza.

En la actualidad, la Didáctica de las Ciencias Naturales como campo científico en formación se constituye en un cuerpo coherente de conocimientos que centra su investigación en la problemática relacionada a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, dado que los conocimientos científicos son específicos y por ello no se enseñan ni se aprenden como otros saberes (lingüísticos, matemáticos, etc.).

Como disciplina ha generado una diversidad de planteos iniciales, metodologías, constructos teóricos y enfoques, tendientes a la solución de los problemas que investiga. En este sentido, existe una comunidad científica que tiene un campo de investigación propio, con el aporte bibliográfico de autores reconocidos, numerosas revistas especializadas, departamentos universitarios, realización de congresos, etc.

También es importante destacar que es un dominio de conocimientos específicos que va adquiriendo fuerza en la formación inicial de las carreras docentes asociadas a este campo y en la formación permanente de los egresados.

En este camino de búsqueda de su estatus disciplinar, en un tratamiento cada vez más riguroso y eficaz de los procesos implicados en la enseñanza específica de las Ciencias Naturales, en su aprendizaje y en la relación entre ambos, surgen obstáculos como, por ejemplo, ser considerada una dimensión meramente práctica de las Ciencias de la Educación, ignorando el sustento epistemológico propio.

El desafío actual es que los docentes que enseñamos ciencias relacionemos nuestra tarea áulica con la apropiación de los aportes de la investigación didáctica, sintiendo que somos partícipes de la consolidación de una enseñanza eficaz de las ciencias acorde a las necesidades que nos plantean nuestros alumnos y a su derecho genuino de aprender ciencias desde que ingresan a la educación formal.

Asumir esta tarea de enseñar desde un perfil profesional abierto y creativo

permitirá vivenciar más positivamente nuestro trabajo y mejorar la imagen social de la actividad docente, tan alejada muchas veces de una concepción profesional. Se trata de pensar en un docente investigador de su propia práctica y conector de las líneas actuales de investigación en el campo específico de su profesión.

¿Cuáles serían, hoy día, algunas de esas líneas en el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales? Veamos:

- Las concepciones alternativas/preconcepciones/ideas intuitivas/ideas previas/representaciones de los alumnos.
- La concepción de ciencia de los docentes.
- La resolución de problemas.
- El diseño curricular.
- Las relaciones C.T.S. (Ciencia/Tecnología/Sociedad).
- La educación ambiental.
- La formación y capacitación docente en ciencias.
- La evaluación en ciencias.
- Los modelos didácticos.
- Los metaconceptos o conceptos estructurantes.
- Los niveles de formulación de los contenidos como hipótesis de progresión en el aprendizaje de ciencias.
- El lenguaje de las ciencias.
- Las nuevas tecnologías en la educación científica.
- Los fundamentos axiológicos.

2. La enseñanza de Ciencias Naturales para la escuela del siglo XXI

Un consenso emergente se da en torno al modelo de enseñanza de corte constructivista y al aprendizaje por investigación del alumno. Esto iría asociado a la reflexión permanente de la propia práctica que genere la construcción de un conocimiento profesional que se aproxime a un modelo de docente-investigador de su tarea, que evalúa los resultados obtenidos para

mejorarla/transformarla críticamente. Este conocimiento profesional considerado deseable, supone un docente capaz de:

- Hacerse preguntas sobre las finalidades explícitas e implícitas del currículo, es decir ¿para qué...?
- Dominar con suficiente solvencia la estructura teórica central del área que enseña, considerando también los conceptos “puente” que le permitan establecer relaciones con otras áreas curriculares.
- Sustentar una concepción epistemológica acerca de la ciencia y la ciencia escolar coherente y actualizada.
- Saber indagar e interpretar las ideas previas de sus alumnos para poder orientar sus aprendizajes.
- Abordar los contenidos específicos en el contexto más amplio de los conceptos estructurantes o metaconceptos del área (unidad/diversidad, estructura/función, cambio/permanencia, interacción...).
- Generar el aprendizaje de procedimientos implicados en la educación científica (formulación de hipótesis, resolución de problemas, diseños exploratorios, registro de información...).
- Promover valores básicos y otros relacionados a la ciencia escolar (autonomía, cooperación, respeto por los resultados, pensamiento divergente...), que sirvan de referentes continuos del proceso de enseñanza y de aprendizaje.
- Formular situaciones problemáticas didácticamente adecuadas a la lógica de los alumnos, a la coherencia científica y a las necesidades socioambientales.
- Organizar hipótesis de progresión del conocimiento escolar que, tomando como punto de partida las representaciones de los alumnos, sugieran posibles itinerarios de aprendizaje hacia la construcción de ideas básicas cada vez más amplias y complejas.
- Diseñar secuencias de actividades que favorezcan la investigación de los alumnos y la evolución de sus concepciones iniciales.
- Interpretar los datos significativos que aportan las actividades una vez realizadas, para la evaluación de los aprendizajes de los alumnos y de la propia actuación docente.

Esto último marca la relevancia de una permanente reflexión sobre nuestro conocimiento profesional ya que, en la medida que se convierta en un ejercicio constante, orientará nuestro hacer, permitiendo conocer las posibilidades reales y deseables de cambio para lograr una transformación gradual de la enseñanza, en coherencia con el principio de calidad que pretendemos.

Existe hoy día un debate sobre el enfoque constructivista que es visto, desde la investigación, más como una moda que como un modelo real de trabajo que exige profundo conocimiento profesional y una adecuada puesta en práctica. En este sentido muchos docentes que “se dicen constructivistas”, en realidad encubren bajo este rótulo un modelo tradicional de enseñar ciencias nunca replanteado críticamente en su ejercicio profesional.

Uno de los desafíos actuales sigue siendo, para muchos docentes de ciencias, poder despegar del modelo de transmisión/recepción, logrando una integración de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en las propuestas de enseñanza destinadas al alumno, en coherencia con la evaluación de las mismas.

Sumado al punto anterior, está hacer explícita en la práctica la importancia que tiene en la formación de los alumnos todo lo relacionado a la comprensión de la naturaleza de la ciencia y al desarrollo de sus actitudes hacia el trabajo de los científicos, con el objetivo de que se ajusten con más fidelidad a la verdadera actividad científica y no a una imagen socialmente distorsionada de la misma.

Las nuevas tecnologías (informáticas, audiovisuales, equipos de laboratorio, etc.) corresponden a una transformación acorde a la época actual, pero no aseguran la calidad educativa en el área de ciencias si no van mediadas por un docente capacitado para su uso.

La Didáctica de las Ciencias Naturales, como campo de estudio complejo, se nutre de diversas disciplinas que aportan conocimientos necesarios para una competencia profesional deseable. La figura 1 presenta estos aportes multidisciplinares, sin agotar los mismos.

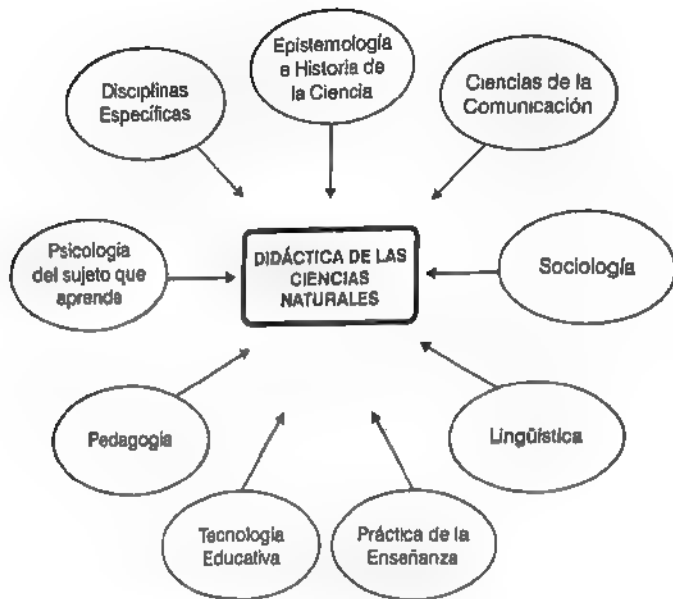


Figura 1: Disciplinas que dan su aporte a la Didáctica de las Ciencias Naturales.

Sanmartí, N. (2002) sostiene que:

"...el problema básico que se plantea la Didáctica de las Ciencias es cómo enseñar Ciencias significativamente, es decir, cómo promover que la cultura científica generada a través de los siglos pueda ser comprendida por la población, se sepa aplicar y se pueda seguir generando. Ello implica, fundamentalmente, responder a las cuatro preguntas que configuran el currículo: ¿qué enseñar?, ¿cuándo enseñar?, ¿cómo enseñar? y ¿cómo evaluar los resultados?"

3. Para qué se enseña ciencias hoy: los nuevos alfabetizados

En el fondo de las propuestas de un currículo de ciencias siempre hay un modelo de sociedad que orienta su enseñanza. Ante esta idea es importante plantearse que la temática científica es parte de nuestra cultura, no sólo como un saber comunicado desde el ámbito exclusivo de la ciencia erudita y, transposición didáctica mediante, ligado a lo escolar, sino también como una construcción generada desde la idea que el conocimiento de cada uno es algo inacabado y significativo.

Esta significatividad, a partir de la subjetividad de cada alumno, tendría que ser aprovechada desde la escuela para generar conocimientos orientados al bien común, surgidos de una construcción compartida ligada a valores, donde el alumno y el docente se "jueguen" por el conocimiento. En general, no se gesta en la escuela esta idea de discusión de los saberes desde la divergencia y la disconformidad para que el conocimiento aprendido sea socialmente significativo.

Para enseñar desde esta perspectiva es fundamental considerar al alumno como sujeto de su propia educación científica y no como objeto pasivo que recibe información y nos la "devuelve" mecánicamente para su evaluación. Al respecto resulta interesante cuando, sobre los cursos de ciencias, Fourez y Mathy (1997) dicen que:

"...conlleven un contenido ideológico mucho mayor que los de religión, por ejemplo. En efecto, los alumnos entran a clases 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."

El campo de la ciencia escolar es muy propicio para contribuir a una construcción de saberes que revaloricen y recreen la relación escuela/ciencia/sociedad.

Entre otras cosas podemos decir que se enseña ciencias para:

- Mejorar la calidad de vida de las personas respondiendo a la toma de decisiones sobre sus necesidades individuales; por ejemplo, la prevención de enfermedades.
- Contribuir a resolver problemas con implicancias sociales que involucran cuestiones científicas; por ejemplo, el cuidado del ambiente.
- Brindar un panorama amplio que oriente vocacionalmente a los alumnos en la elección de carreras o trabajos futuros.

En este contexto, la alfabetización científica debería ser superadora del aprendizaje de conceptos específicos y habilidades de laboratorio para que se asuma una actitud crítica frente al saber por parte del alumno y a través de una mediación docente especializada profesionalmente.

Alfabetizar científicamente desde la tarea docente implicaría aspectos como:

- Incentivar la curiosidad e interés del alumno en un acercamiento cultural a temáticas propias de las ciencias.
- Seleccionar contenidos significativos que estimulen la comprensión y no la mera acumulación de información.
- Privilegiar el pensamiento divergente y creativo del alumno, dando lugar a que plantee sus propios caminos en la resolución de problemas que involucren lo científico.
- Promover una postura crítica frente a la información científica que proporcionan los medios de comunicación.

No existe consenso entre los diversos autores acerca del concepto de alfabetización científica, pero podemos decir, en forma amplia, que es el acceso a la cultura científica dado a partir de la escuela, para una mejor inserción práctica y cívica en el mundo que nos rodea.

No hay duda que esta educación básica en ciencias se logra a través de un proceso lento y gradual de construcción de saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales, desde el momento mismo en que un niño ingresa

al sistema escolar. Es por ello preocupante comprobar que en muchos casos las Ciencias Naturales están ausentes a la hora de enseñar en los primeros niveles de escolaridad. El argumento más escuchado al respecto es el de privilegiar las áreas de Matemática y Lengua como campos de saberes instrumentales. Pero es también tarea de la escuela enseñar el discurso de la ciencia (saber leer, escribir y hablar ciencias) para una mejor comprensión del mundo.

4. Aprender sobre ciencias para enseñar ciencias. Fundamentos epistemológicos

El desarrollo del currículo de ciencias debería nutrirse del desarrollo de la Filosofía de la ciencia y de la Historia de la ciencia para que la práctica docente sea coherente con una concepción actualizada de la naturaleza de la ciencia.

La comprensión de esto por parte de los docentes que enseñan ciencias hoy adquiere relevancia y demanda una especial consideración en la formación inicial y permanente del profesorado para impulsar la educación científica.

Y aquí cabe hacernos una pregunta clave: ¿Qué es la ciencia?

“...las ciencias se muestran como un proceso humano, hecho por humanos, para humanos y con humanos.”

GÉRARD FOUREZ

En muchas aulas no se presenta la ciencia como una forma de hablar acerca del mundo, sino como la forma en que *es realmente* el mundo. Esta visión está impregnada de un absolutismo que tiende a considerar a la ciencia como una forma superior de conocimiento (principio de superioridad), desvalorizando el saber cotidiano (llamándolo “vulgar”) y que encierra, según Pozo, J. I., una concepción de “autoritarismo epistemológico”.

La ciencia es una actividad humana muy amplia, compleja y en evolución constante. Como cualquier otro producto cultural humano está impregnada de posibilidades y limitaciones.

En los tiempos actuales disponemos de un nuevo modelo de ciencia, alejado del que la concebía como un cuerpo acumulativo, organizado y validado de conocimientos. Este modelo actualizado considera a la ciencia como resultado de una actividad cognitiva que moviliza a interpretar el mundo a través de representaciones mentales o modelos teóricos que intentan explicar los fenómenos y que evolucionan a través de una permanente revisión. Pero además de la interpretación del mundo, la ciencia tiende a transformarlo unida íntimamente a la técnica, en una retroalimentación permanente.

La cuestión axiológica, es decir vinculada al sistema de valores, adquiere hoy día mucha fuerza en el análisis de la concepción de ciencia como actividad humana. Los intereses particulares o grupales, de carácter ideológico, económico, político, ético, etc., influyen sobre el hacer científico, dejando en claro que esta actividad colectiva no es neutral, sino que puede estar orientada tanto a fines cercanos como muy lejanos al bien común. Esto nos lleva a tener en cuenta el sustento axiológico que hizo que la actividad científica funcione de determinada manera en diferentes momentos históricos. Como ejemplo de ello, pensemos en el Proyecto Manhattan, en el cual un grupo de eminentes científicos dirigido por el físico estadounidense Julius R. Oppenheimer (1904-1967) construyó en el laboratorio de Los Álamos (E.E.U.U.-1943/45) la primera bomba atómica utilizada en la Segunda Guerra Mundial.

Otro aspecto importante en una visión actual de la ciencia es analizar el papel de la observación en la investigación. Observar es obtener información a partir de un fenómeno, pero esta información no es objetiva. Las percepciones sensoriales y el marco teórico de quien observa influyen sobre las observaciones mismas, lo que las hace falibles. Ante un mismo fenómeno se pueden dar observaciones diferentes que, en muchos casos, sustentan la coexistencia de teorías rivales.

Los conceptos y las teorías como construcciones colectivas no surgen directamente de hechos observables sino que son producto de "*actos creativos de abstracción e invención*" (Hodson, D. 1998). La comunidad científica

desarrolla su actividad a través de grupos sociológicamente autorregulados: los científicos, quienes de ninguna manera podrían trabajar en forma aislada o solitaria. La objetividad de la ciencia reside en su carácter abierto y comunicable, ya que los resultados de las investigaciones de un determinado equipo científico quedan a disposición del resto de la comunidad científica para su comprobación y confrontación.

Las teorías científicas son conjeturas de carácter hipotético, no encierran verdades absolutas sino que pueden cambiar con nuevas investigaciones, se amplían y, en muchos casos, se refutan o coexisten con otros modelos teóricos distintos. Por esto se considera que la ciencia es provisional, dado que las teorías están en permanente revisión intentando explicar los fenómenos y construyendo en el tiempo la evolución de la historia de la ciencia.

Un mito sobre la idea de ciencia, que aún hoy se proyecta a su enseñanza, se basa en la creencia de que hacer ciencia implica utilizar un método único, de pasos rigurosamente organizados, que parte de la observación y que es aplicable en todas las investigaciones científicas.

La realidad indica que son múltiples las metodologías que se utilizan a la hora de investigar ya que en la actualidad la actividad científica ha alcanzado una alta complejidad, dada por el avance tecnológico, la creciente especialización de los científicos en los diferentes campos de conocimiento y la diversidad de puntos de vista e intereses que todo lo anterior acarrea.

La ciencia, lejos de ser considerada como prototipo de actividad racional, tiene diversos métodos en el proceso de producción de conocimientos y la naturaleza de los mismos varía según circunstancias particulares, líneas de investigación, campos disciplinares involucrados, etc.

Si bien se sigue utilizando la expresión singular "*método científico*", el significado que la misma encierra es amplio. Es importante entender que, así como las teorías cambian y se desarrollan, también lo hacen las metodologías que las producen, por eso el "*método científico*" se adecua a la situación actual de la actividad científica.

La producción científica se da en un contexto histórico, social, político y económico que la impregna y condiciona. Comprender esto es fundamental porque pone de manifiesto la dimensión humana de la ciencia como actividad social, ya que concibe al saber científico como producto de

desarrollos colectivos de equipos de trabajo, al interior de la comunidad científica y, a la vez, considera la realidad del momento histórico como influencia externa.

El apoyo que la actividad científica reciba o no, como cualquier otra, de la estructura de poder de cada país, actúa como impulso u obstáculo para su desarrollo. Tenemos el caso de eminentes científicos argentinos que, faltos de apoyo del Estado tomaron decisiones cruciales, como la del Dr. César Milstein que emigró a Inglaterra donde el trabajo de su equipo los llevó a obtener un Premio Nobel. También el caso del Dr. René Favaloro, cardiólogo creador de la técnica quirúrgica del *by-pass*, que murió trágicamente ante tantas trabas que interferían en la obra de su Fundación.

La figura 2 sintetiza características que hacen a un enfoque actualizado de la naturaleza de la ciencia, importante de ser considerado por los docentes que enseñamos Ciencias Naturales.

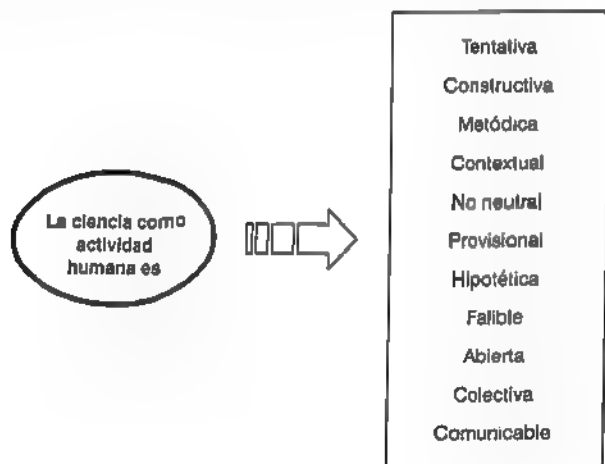


Figura 2: Características de la ciencia desde una concepción actual.

El aporte de diversas disciplinas permite hoy conformar un modelo de ciencia que se ajuste a la situación actual, tal como lo muestra la figura 3.

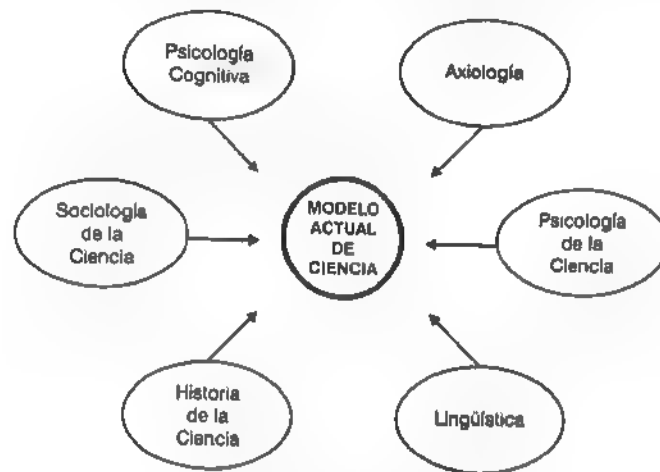


Figura 3: Aportes disciplinares a la visión actual de ciencia.

La estructura de la ciencia está dada en tres dimensiones que se complementan y retroalimentan, a saber:

- **Una dimensión teórica:** constituye el cuerpo conceptual de la ciencia, organizado por teorías, principios y leyes que están en permanente evolución ya que sirven de base a nuevas investigaciones.
- **Una dimensión procesual:** dada por los procesos que sustentan las múltiples metodologías que se ponen en juego en la producción del conocimiento científico.

- Una **dimensión actitudinal**: centrada en las actitudes científicas que deberían darse en el modo de vinculación de los científicos con el saber que producen.

La figura 4 amplía estas dimensiones de la estructura de la ciencia:

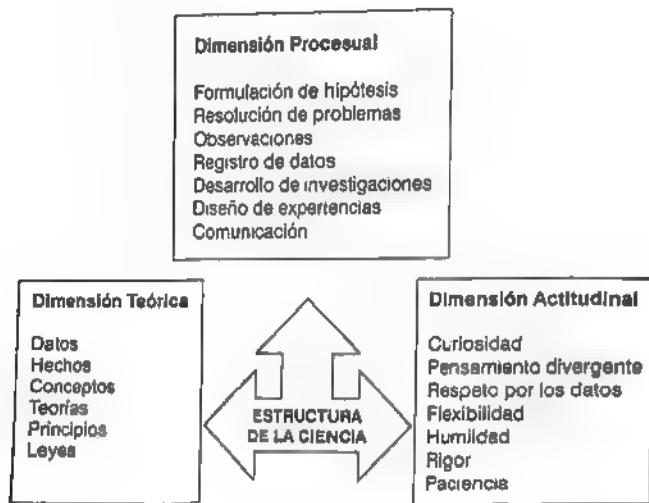


Figura 4: Estructura de la ciencia.

La **dinámica relación** entre ciencia y sociedad es otro punto a analizar. El nivel de comprensión que el público común tenga sobre la actividad científica en el contexto de cada grupo social, adquiere relevancia en la toma de decisiones de los ciudadanos ante problemas socioambientales, de salud pública, de educación, etc., orientando las direcciones del cambio social en tanto se asuman o se evadan tales responsabilidades sociales.

El desarrollo social plantea muchos problemas cuya solución está ligada al campo de las ciencias, por ello un buen nivel de comprensión pública de la ciencia llevaría a la ciudadanía a intervenir responsablemente a favor del bien común y de la conservación del planeta. Esto nos hace pensar que el proceso de alfabetización científica se continúa, más allá de la educación obligatoria, como una responsabilidad social de cada persona para alcanzar este objetivo.

En esta tarea, además de la escuela, también se ven involucrados otros estamentos como, por ejemplo, la educación no formal, la divulgación como tarea de extensión de la comunidad científica, los medios de comunicación, la industria, el comercio, las organizaciones no gubernamentales y, por supuesto, el poder político.

5. Ciencia, Tecnología y Sociedad: unas relaciones complejas

Dado que la ciencia no es una actividad neutra, sino que suele responder a los intereses del contexto, va generando también problemas socioambientales y éticos relevantes como, por ejemplo, los derivados de la energía nuclear, la manipulación genética y la contaminación del ambiente, entre tantos otros.

Claxton, G. (1994) señala que el trabajo científico recibe influencias de tres contextos:

- **Personal**, relacionado con las características del investigador: creatividad, honestidad, perseverancia...
- **Científico**, relacionado con la comunidad científica.
- **Social**, a través de presiones de índole económica, política o religiosa.

El origen del llamado movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) se remonta históricamente a la finalización de la Segunda Guerra Mundial,

a raíz del surgimiento de una conciencia crítica hacia la ciencia, la tecnología y sus consecuencias sociales. La preocupación fue creciendo a medida que se multiplicaron los problemas ambientales y sociales relacionados con los avances científicos y tecnológicos. Es así que en la década del 70, en los países desarrollados, aparecen organismos oficiales destinados a analizar y evaluar los impactos de dichos avances sobre la sociedad. Paralelamente, estudios sociológicos mostraron la influencia del contexto social en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Al mismo tiempo, en el ámbito educativo comienza a señalarse la necesidad de incluir, en los currículos científicos, contenidos escolares que pongan en evidencia las estrechas relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad. Así aparece el enfoque curricular CTS relacionado con la educación científica, que se fundamenta en los siguientes supuestos:

- Cambios de los fines de la educación científica, desde uno eminentemente propedéutico a otro basado en la alfabetización científica, como una enseñanza de las ciencias dirigida a todos los ciudadanos.
- Necesidad de educar para la democracia, formando ciudadanos que participen activamente en la sociedad.
- Tratamiento interdisciplinario de los contenidos escolares, que se vería facilitado con el enfoque CTS.
- Ventajas de un aprendizaje basado en la resolución de problemas, en los que estarían incluidas cuestiones socioambientales ligadas a los intereses de los alumnos.
- Necesidad de transmitir una imagen más completa de la naturaleza de la ciencia.
- Aumento de la motivación de los alumnos mostrando una ciencia más "humana", que influya positivamente en sus actitudes hacia ella y hacia su estudio.

6. Entre la ciencia y la escuela: construcción del conocimiento escolar en ciencias

Ya analizamos que la ciencia es una actividad humana en cuya producción intervienen las capacidades, los anhelos y los intereses de quienes la hacen. Acceder a la comprensión de este aspecto de la cultura es a la vez fundamental y difícil.

Uno de los desafíos de la escuela, a través de sus docentes, es acercar a los alumnos al campo de conocimientos *de y sobre* la ciencia, no sólo porque éstos deben aprender, sino también para que vivencien el deseo de conocer, el "*querer aprender*" más allá de la utilidad de los saberes, privilegiando la curiosidad como motor del conocimiento.

La reflexión que hemos hecho sobre la actual concepción de ciencia nos permite entrar a considerar su enseñanza. Al referirnos al conocimiento producido por la ciencia erudita utilizamos la expresión *conocimiento científico*. Pero en la escuela no se "*hace ciencia*" sino que se la enseña para que sea aprendida en el contexto de una ciencia escolar, que tiene como marco de referencia el conocimiento científico, pero que se constituye como otro tipo de conocimiento: *el conocimiento escolar*.

Reconocer explícitamente que el conocimiento escolar y el científico son distintos contribuye, desde una visión adecuada de la ciencia y del trabajo científico, a clarificar qué es lo que conviene y podemos enseñar en la escuela. Según Sanmartí, N. e Izquierdo, M. (1997):

"La ciencia escolar debe estar orientada a formar a unos alumnos para una sociedad que no existe pero que se concibe como deseable."

Podemos decir, entonces, que la ciencia escolar es el conjunto de conocimientos a enseñar y de aprendizajes a construir a través de una educación científica formal, sistemática y organizada desde la escuela, para que los alumnos alcancen niveles deseables de alfabetización científica

Pero muchos alumnos culminan su enseñanza obligatoria sin saber ciencias. Es decir, que no logran aprender lo que se les quiso enseñar en este

campo de conocimientos. Por ello es muy importante analizar el complejo entramado de factores que se ponen en juego clase a clase y que giran, fundamentalmente, en los valores del alumno, del docente y de cada institución, lo que hace que cada grupo clase sea único.

Sería bueno, como docentes de ciencias, preguntarnos:

- ¿Cuáles son nuestras intenciones al enseñar ciencias?
- ¿Qué valoran nuestros alumnos además de aprobar?
- ¿Qué lugar le da la institución a la enseñanza de las Ciencias Naturales?

La tarea de enseñar tiene una intencionalidad que hace que la misma no sea neutra ni aséptica. Por esta razón, y en el contexto de la función social de la escuela, es parte de la responsabilidad profesional del docente, replantearse críticamente las intenciones educativas que subyacen en el sistema de ideas que le propone a sus alumnos.

La concepción sobre la naturaleza de la ciencia que posea el docente influye sobre su modo de enseñarla y sobre sus creencias acerca de cómo se aprende ciencias. La investigación didáctica muestra que algunos docentes continúan aferrados al paradigma de enseñanza-aprendizaje por transmisión verbal de conocimientos científicos acabados o verdaderos y sus alumnos repiten aquello que el profesor quiere escuchar para poder ser aprobados, en muchos casos, sin comprensión alguna.

En general, la imagen social que se tiene de la ciencia y del trabajo de los científicos no se corresponde con la concepción actual ya analizada. Esta imagen distorsionada está impregnada, entre otras, de las siguientes características:

- Hay un único método científico de carácter universal.
- Las teorías científicas son verdades absolutas.
- El conocimiento científico es superior a otros tipos de conocimiento (cotidiano, escolar, profesional, etc.).
- La ciencia está siempre orientada al bien común.
- Toda investigación empieza con la observación.
- La observación es objetiva.

- En ciencia todo es experimentable.
- La actividad científica es neutra o aséptica y descontextualizada o ahistórica (no está influenciada por intereses individuales o grupales, y por el contexto histórico-social).
- La ciencia siempre permite una mejor calidad de vida, resolviendo todos los problemas socioambientales que se le van presentando a la humanidad.
- Los científicos trabajan en forma aislada, solitariamente en sus laboratorios.
- Los científicos son genios, tienen una mente "privilegiada".

Así, a nivel social, se cree que todo lo que sea "científico" es difícil, seguro, bueno, cierto y serio, lo cual es muy utilizado desde la publicidad para aumentar el consumo de diversos productos. Todos vimos alguna vez por televisión a "un científico" recomendando algo representado desde un estereotipo: hombre, con guardapolvo blanco, formal, con anteojos, etc.

Los alumnos desarrollan estos estereotipos no sólo por la influencia del contexto social, sino también, y lamentablemente, a través de la misma escuela que, desde un currículo oculto, refuerza o reproduce estas concepciones en lugar de renovarlas y ayudar a construir otras más ajustadas a la realidad.

Veamos un caso concreto, correspondiente a alumnos de 8º Año de la E.G.B. de una escuela urbana de educación privada, a los cuales se les da la siguiente consigna: "Expresa a través de un dibujo cómo piensas que son las personas que trabajan en la actividad científica."

La figura 5 muestra el tipo de imagen predominante en los trabajos realizados:

-
2. En esta experiencia (2002), de 120 trabajos, sólo el 5% dibujó más de una persona y únicamente en 2 (dos) dibujos aparece la imagen de una mujer

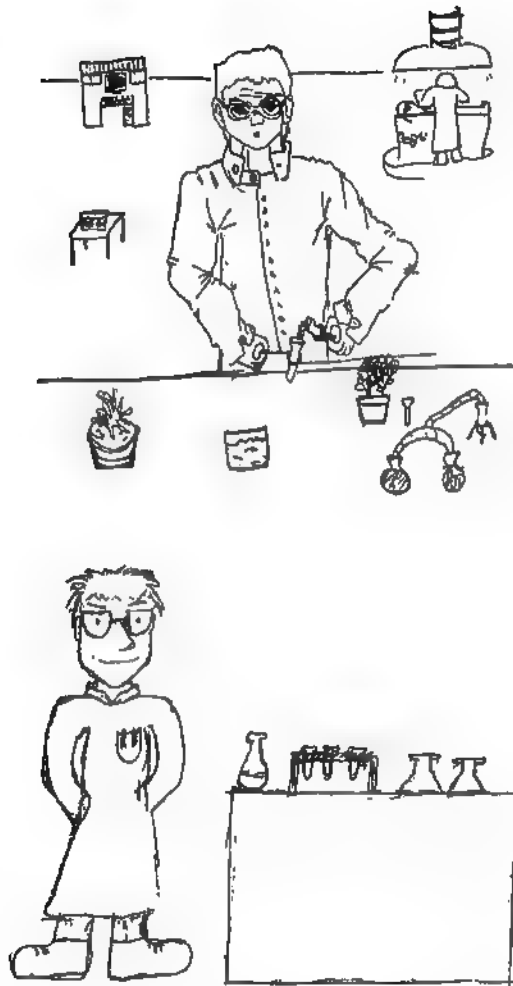


Figura 5: Imagen estereotipada que los alumnos tienen de los científicos.

Para que nuestros alumnos gusten de aprender ciencias habría que acercarlos a ellas desde que inician la educación formal, de manera gradual y amena, estimulando su curiosidad por conocer sobre la naturaleza y sus fenómenos, enriqueciendo sus saberes cotidianos, permitiéndoles construir nuevas ideas a partir de las propias y ampliando así su conocimiento del mundo que los rodea. Para ello, es condición básica que quien les enseña tenga fundamentos epistemológicos claros sobre la ciencia y el conocimiento científico, la construcción del conocimiento escolar y el papel del conocimiento cotidiano en el aprendizaje del alumno.

Este conocimiento profesional facilitará una mediación docente acorde al proceso de transposición didáctica, necesario entre el conocimiento científico y el saber a enseñar. Ver figura 6.

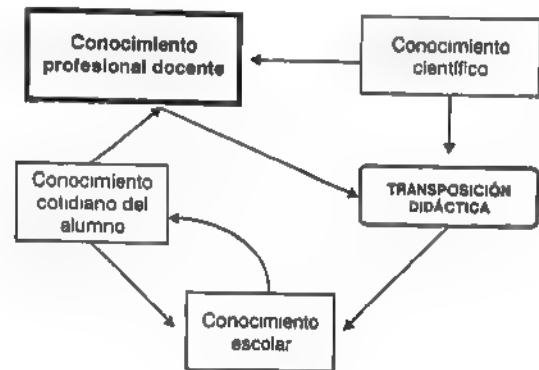


Figura 6: El conocimiento profesional y la transposición didáctica.

El proceso de transposición didáctica, planteado en la figura 7, consiste en la transformación o adecuación de los saberes científicos de tipo erudito (conocimiento científico), para ser enseñados en el contexto escolar según

el nivel de educación científica del alumnado (conocimiento escolar). En este proceso de mediación intervienen especialistas en las disciplinas y en su Didáctica, equipos que plantean diseños curriculares seleccionando contenidos a enseñar para cada nivel, autores de textos para los docentes y para los alumnos, cursos de capacitación docente, etc.

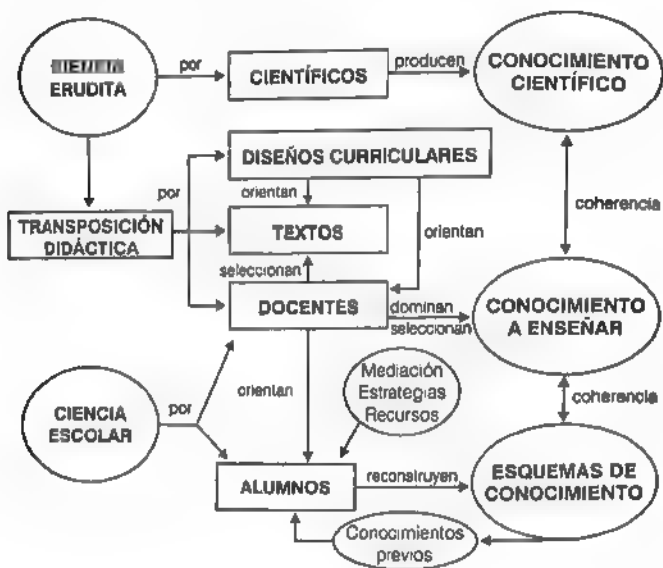


Figura 7: Esquema general del proceso de transposición didáctica. (Ligouri y Noste, 2001).

Los esquemas de conocimiento del alumno son constructos que tienen como fuente el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar. Cada uno de estos conocimientos modifica y enriquece al otro, pero no lo suplanta.

Estos esquemas son teorías infantiles individuales, resistentes al cambio, con un alto nivel de lógica interna y, a veces, muy incoherentes respecto del saber científico, pero de gran coherencia para el alumno y constituyen las llamadas concepciones previas o preconcepciones que se indagan en el aula. Veamos un ejemplo, en clase de 1º Año de E.G.B., en el desarrollo de ideas sobre el cielo:

Docente: – La Luna ¿se mueve?

Sarita (6 años): – Sí, me sigue cuando camino.

Docente: – Esta Luna que vemos en Santa Fe ¿es la misma que ven ahora tus abuelos en Rafaela?

Sarita: – ¡¡¡No!!! Esa es otra Luna. Si está acá ¿cómo va a estar en Rafaela!

Por conocimiento cotidiano entendemos aquel que se construye a lo largo de la vida y que es útil para desarrollar las actividades diarias en el contexto socio-cultural de cada persona. Este tipo de conocimiento se valida por su eficacia, demanda escaso esfuerzo cognitivo y se modifica permanentemente, según las necesidades individuales puedan ser satisfechas desde la propia experiencia. Veamos algunos ejemplos:

- La ropa gruesa "te da" calor.
- Cerramos la puerta del patio para que "no entre el frío".
- Si un cuerpo se mueve es porque "tiene" una fuerza.
- El sol "sale" y se "pone".
- Las plantas "se alimentan" por la raíz.
- El intestino absorbe las sustancias "que nuestro cuerpo necesita".
- Dormir con plantas en la habitación "hace mal".
- Todo lo considerado "científico" es bueno, seguro, infalible.

El *mesocosmos*, o parcela de la realidad más próxima a la experiencia cotidiana del sujeto, es el nivel de referencia para iniciar el planteo de situaciones de aprendizaje. Posteriormente se irá avanzando en el *macrocosmos* y en el *microcosmos* que son niveles de organización no directamente accesibles a nuestra percepción.

7. El Área de Ciencias Naturales: un enfoque integrador

"Según el profe de Físicoquímica estamos hechos de átomos y según la profesora de Biología estamos hechos de células. ¿en qué quedamos?"

Un alumno de 8º Año

El objeto de estudio de las Ciencias Naturales está relacionado con hechos y fenómenos de la naturaleza. Las disciplinas científicas que las integran, responden a leyes y principios generales que implican, no sólo conceptos, sino también estrategias de la metodología de la investigación científica.

Los currículos oficiales planteados en el marco de la actual reforma educativa acentúan la necesidad de *relacionar e integrar contenidos*. Para ello proponen un **Área de Ciencias Naturales**, incluso para el Tercer Ciclo de la EGB, en la que confluyen contenidos de Biología, Física, Química, Geología, Ecología, Astronomía y Meteorología.

Esta decisión de las administraciones educativas admite el planteo de ciertas cuestiones básicas:

- ¿Qué características impregnan la concepción de área?
- ¿Qué fundamentos tiene esta opción?
- ¿Qué dificultades podrían presentarse en la práctica?

Un *área* hace referencia a un conjunto de disciplinas afines (por su objeto de estudio y por su metodología) con el propósito de una integración curricular de las grandes ramas del conocimiento. Es por lo tanto, una *construcción didáctica*, más amplia que la asignatura o materia e implica una forma de seleccionar y organizar los contenidos curriculares más actualizada desde el punto de vista didáctico y epistemológico, orientada a proporcionar a los alumnos una visión más amplia y profunda de la realidad, a través de nexos conceptuales entre las distintas disciplinas.

Según Del Carmen, L. (1990):

"Los contenidos presentados en las distintas secuencias de instrucción deben aparecer fuertemente interrelacionados para favorecer que los alumnos

comprendan su sentido y facilitar su aprendizaje significativo. Esta interrelación debe contemplarse, siempre que se considere pertinente, entre contenidos de una misma área y entre contenidos de distintas áreas."

La integración de contenidos disciplinares que se pretende lograr a partir de la definición de *área*, no supone el desconocimiento de la especificidad de cada disciplina. Por el contrario, es tarea de cada docente revisar críticamente las estructuras conceptuales propias de cada una de ellas para rescatar aquellos contenidos "*puente*" que permitan la integración, superando la fragmentación y la mera yuxtaposición sin ningún significado.

No se puede negar que la ciencia, fiel a su objetivo de comprender la realidad, ha fragmentado el saber en numerosas disciplinas, pero también es cierto que se trabaja, cada vez más, intentando establecer conexiones entre los distintos campos del conocimiento.

Al respecto, Zabala, A. (1989) afirma:

"Los enfoques globalizadores no pretenden diluir o relativizar la importancia de las disciplinas, sino al contrario, pretenden ayudar a ser más eficaces en el proceso de enseñanza y aprendizaje."

Jiménez, M. y otros (1990), también insisten en ello:

".. está claro que la especialización es necesaria para profundizar un saber, lo que cuestionamos es la necesidad de reproducir esa especialización en la enseñanza obligatoria."

Coincidimos entonces con la idea de que de ninguna manera la integración puede realizarse a expensas del empobrecimiento del conocimiento de las disciplinas, que deben considerarse como modos particulares de interpretar un mismo recorte de la realidad.

Ciertas disciplinas del área de las Ciencias Naturales, las llamadas *duras* (Física y Química), exigen de los alumnos mayores niveles de abstracción a través del uso de un pensamiento formal que, según estudios posteriores a los de Piaget, a veces no se logra hasta los 16 años. El planteo de un área

donde dichas disciplinas están acompañadas de otras *blandas* (Biología, Ecología, Meteorología), permite graduar la inclusión de contenidos de cada disciplina y el momento en que conviene hacerlo, generando una propuesta didáctica más adecuada a las características cognitivas de los alumnos, que a través de disciplinas separadas.

El enfoque integrado del área en EGB, sugerida por la mayoría de las administraciones educativas, debería permitir pasar de la globalización propia de los primeros años, a la estructura disciplinar que caracteriza a la enseñanza media o secundaria.

En efecto, los niños más pequeños tienen una visión holística/global de la realidad, que hace muy difícil una diferenciación neta entre lo físico y lo social, lo que facilita la integración interáreas con Ciencias Sociales, Plástica, Lengua...

Las dificultades surgen especialmente cuando, en niños mayores, el enfoque global de la realidad evoluciona hacia una visión más analítica y parcelizada. En este caso, sin perder la visión del área de Ciencias Naturales, el desarrollo de los contenidos debe adoptar un enfoque más específico, de acuerdo a las distintas disciplinas que la integran.

En este caso, los profesores con una formación marcadamente disciplinar centrada en los aspectos conceptuales y formales de una ciencia determinada, pueden no mostrarse igualmente receptivos a una propuesta integradora.

El trabajo en equipo es una buena medida para superar las limitaciones anteriores. Es evidente que los profesores de Biología, Química o Física, comparten intereses y preocupaciones en cuanto a la enseñanza de las ciencias, desde donde se podrían generar proyectos de trabajo comunes. Sin embargo, no siempre existe en las instituciones educativas el acompañamiento por parte de los equipos de conducción, promoviendo las instancias de trabajo en equipo, necesarias para la coordinación. Esta tarea es esencial para articular contenidos en pro de una eficaz selección y secuenciación, evitando la superposición y repeticiones, que atentan con la recursividad del currículo.

Otro punto en contra del trabajo por área lo constituyen los libros de texto que manejan los alumnos, generalmente de marcado enfoque disciplinar. Quizá, si las administraciones educativas promovieran la elaboración de materiales curriculares coherentes con el enfoque integrado del área, se lograrían avances más notables en este sentido.

Hoy se dan en el Tercer Ciclo de la EGB distintas situaciones en relación con el dictado del área de Ciencias Naturales que puede estar a cargo de un solo docente (de Física, de Química o de Ciencias Naturales) o bien de dos de ellos. Dichas situaciones responden a decisiones institucionales relacionadas con cuestiones de tipo administrativo; por esto mismo, no se pretende abrir una polémica acerca de cuál de las dos alternativas es la más conveniente, sino plantear una instancia de reflexión sobre cómo organizar y secuenciar los contenidos para hacer posible su integración.

Sin embargo, Fumagalli, L. (1993), considera que el planteo de área no es suficiente para solucionar el problema de la integración:

"La atomización o fragmentación de los conocimientos no proviene, a nuestro modo de ver, de la organización del currículo por materias o disciplinas, sino del particular modo en que éstas son enseñadas. Si la enseñanza se basa en la transmisión de datos aislados, si no se favorece la construcción de conceptos y de las relaciones entre los mismos, concretadas en esquemas de conocimientos, obtendremos un conocimiento fragmentado, más allá de que la organización de la enseñanza mantenga la identidad disciplinar o proponga un abordaje integrado."

La viabilidad de una propuesta curricular no depende tan sólo de su justificación teórica, sino también de su implementación práctica en el aula y, por consiguiente, de la mediación de los docentes. La forma en que éstos asuman los cambios curriculares, y la calidad y riqueza de las interacciones que se establezcan entre el docente y los alumnos y éstos entre sí, influirán en forma determinante en el éxito de la propuesta.

Sin pretender agotar las alternativas existentes, a continuación desarrollamos algunas de ellas:

7.1. Integrar el Área a través de conceptos estructurantes o metaconceptos

Los metaconceptos, como por ejemplo, unidad/diversidad, interacción, cambio, etc., son conceptos más generales que los específicos de cada disciplina y de mayor nivel de abstracción, comunes a distintas disciplinas del

área e incluso a distintas áreas, y permiten, por esto, una visión más amplia de la realidad. El esquema conceptual que ellos permiten construir proporciona un marco general, donde los contenidos específicos son más comprensibles y las relaciones entre ellos más significativas. Debido a estas características pueden actuar como puentes entre las distintas disciplinas del área facilitando su integración.

La figura 8 pretende mostrar la relación que existe entre los conceptos específicos de las disciplinas que conforman el área y los metaconceptos que facilitan su integración y las relaciones con otros espacios curriculares.

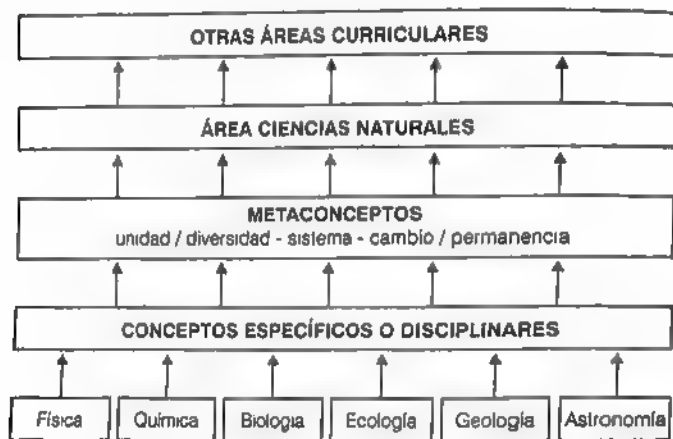


Figura 8: Los metaconceptos o conceptos estructurantes sustentan el nexo entre diferentes áreas de la Educación General Básica.

Los metaconceptos se basan en el principio de complementariedad de los opuestos. Así la *diversidad* no puede entenderse sin la *unidad*, los *cambios* sin la *permanencia*, los *sistemas* sin la *interacción* de las partes, etc.

Los metaconceptos, no deben considerarse como contenidos a enseñar

como "los sistemas" o "las interacciones", sino que se accede a ellos gradualmente a través de los contenidos conceptuales específicos de las disciplinas.

A continuación proponemos ejemplos de cómo se podría trabajar en el área la unidad/diversidad.

Para el desarrollo del contenido "los materiales", en el 1º ciclo de la E.G.B., se suelen diseñar actividades en las que los niños trabajan con material concreto. Estas constituyen una buena oportunidad para comenzar a construir el concepto de diversidad a través de la exploración de las propiedades de los materiales del entorno. Más adelante, en el 2º ciclo, se podrá trabajar el concepto de unidad, en función de ideas básicas relacionadas con la materia, tales como: "La materia es el constituyente común de todas las cosas" y "La materia tiene peso y ocupa un lugar en el espacio".

En forma análoga, para abordar el concepto específico "flor", se partiría de la diversidad existente en el entorno para llegar a comprender la unidad que existe en su estructura y función.

Merino, G. (1998), ayuda a clarificar el significado de estos metaconceptos al sostener que:

"... la idea de unidad se refiere a las propiedades comunes que permiten agrupar los elementos de un sistema. El concepto de diversidad se relaciona con la variedad de los elementos que integran el sistema. Estas nociones no son excluyentes y esta dupla se basa en la idea de diversidad de elementos que forman parte del medio, como así también en la idea de que dichos elementos presentan características comunes (unidad). En todo sistema hay diversidad de elementos y de relaciones, pero existe un nivel de organización que intenta mantener la unidad."

7.2. Integrar el Área estableciendo relaciones entre conceptos específicos de las distintas disciplinas

Si los docentes definen con claridad los contenidos específicos de cada materia, podrán encontrar temáticas para realizar una integración conceptual basada en relaciones de significado.

Redes conceptuales como el ejemplo de la figura 9 permiten al docente organizar los conceptos que se desean trabajar con los alumnos.

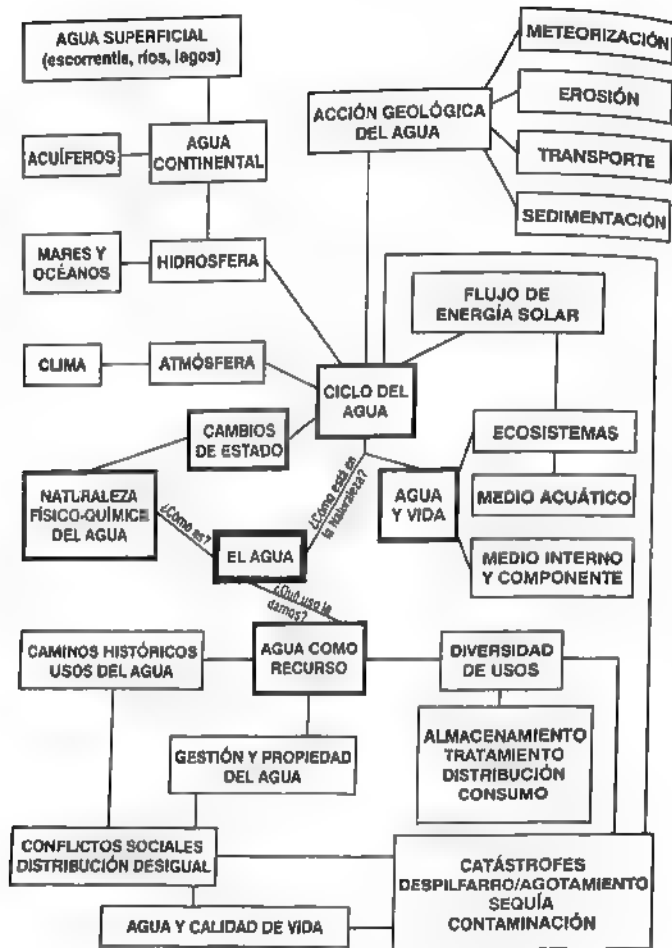


Figura 9: Ejemplo de una trama de contenidos entorno a la noción del agua.
(García, J.E., 1998, p. 147).

La elaboración de estas tramas de contenidos se basa en el carácter fundamentalmente conceptual de nuestra estructura cognitiva y del conocimiento científico en el campo de las Ciencias Naturales.

Si bien en ellas los contenidos conceptuales actúan como vertebradores de la propuesta de organización, no supone de ningún modo dejar de lados los procedimientos y las actitudes.

El objetivo de estas tramas es proporcionar un marco de referencia al docente para su desarrollo y poner en evidencia que cualquier contenido, por más específico que sea, está integrado dentro de campos conceptuales más amplios que pueden, incluso, trascender el área, tal como lo muestra la figura 10 (Liguori y Noste, 2001).

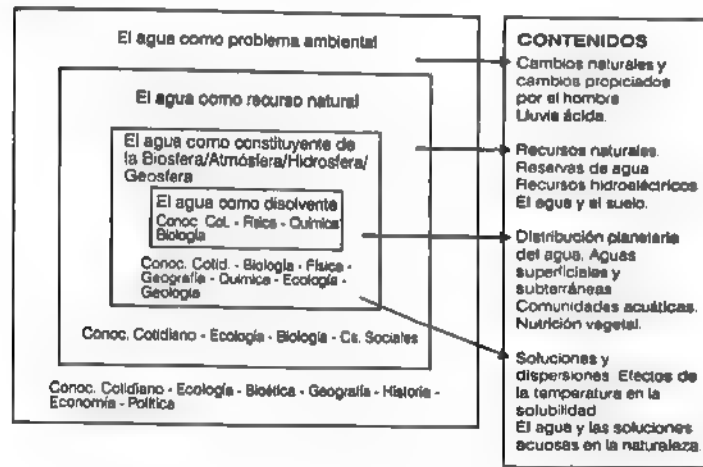


Figura 10: Organización de contenidos sobre el agua que posibilitan la integración intra-área e inter-áreas.

7.3. Integrar el Área abordando problemas significativos para los alumnos

Existe consenso en que la resolución de problemas ligados a los intereses de los alumnos, como son los relacionados con el cuidado de la salud del ambiente, promueve aprendizajes significativos. Estas problemáticas complejas, que requieren un abordaje integrado, pueden convertirse en el hilo conductor de un currículo que intenta superar la lógica disciplinar ayudando a contextualizar lo que se enseña en la escuela para que sea percibido por los alumnos como algo real y, por lo tanto, funcional.

Tomemos un ejemplo concreto: *¿Cómo se cultivan las plantas en un vivero?* A partir de esta situación problemática se puede organizar una visita a un vivero con alumnos de Primer Ciclo de la educación básica. En ese contexto podrían observar diversidad de plantas y diferentes condiciones para su cuidado, lo cual permitirá trabajar contenidos de Ciencias Naturales. Pero además, si pensamos en los trabajos que allí se realizan, nos orientamos hacia las Ciencias Sociales y, si nos detenemos a observar cómo es el sistema de riego, estamos frente a contenidos de Tecnología. Cálculos relacionados a números de plantines por almácigos y a superficies cultivadas involucran Matemática. Y ni hablar de la importancia de la Lengua en ésta y en cualquier otra actividad del currículo.

Para alumnos más avanzados sugerimos como ejemplo la siguiente situación problemática: *¿Por qué a los jugadores de fútbol le hacen el control antidoping en una muestra de orina y no de materia fecal?* Este problema está relacionado a la integración de sistemas involucrados en la nutrición humana (Biología), a las transformaciones químicas de las sustancias (Química), a las relaciones entre drogas y salud (Educación para la salud), a normas y reglamentaciones deportivas (Educación Física) y otras disciplinas.

La integración se va dando a lo largo de una secuencia de actividades y es importante que cuando diseñemos las mismas se tenga en claro con qué contenidos se vinculan.

En síntesis, la clave necesaria para comprender el planteo del área es entenderla, no como un mosaico de disciplinas, sino como un esfuerzo por conectar conocimientos provenientes de campos disciplinares especializados, en

orden de proporcionar a los alumnos una experiencia de aprendizaje más enriquecedora. Sin embargo, el entusiasmo por trabajar en un área, no debe llevar a forzar la integración de los contenidos, de tal manera que estemos brindando a los alumnos una imagen distorsionada de la realidad.

La opción a favor de un área de Ciencias Naturales es compatible con diferentes maneras de organizar y secuenciar los contenidos. Hoy más que nunca, no parece recomendable adoptar posturas rígidas frente a la forma de secuenciar y organizar los contenidos. Podrá haber momentos y situaciones en los que sería más adecuado un enfoque disciplinar y, en otros, un enfoque integrado. Así, para el Tercer Ciclo de la EGB, podría pensarse en organizar los contenidos en unidades didácticas conforme a cada disciplina y promover, cuando se considere pertinente, relaciones entre dichas disciplinas. Por ejemplo: *luz con vida de relación del organismo humano; soluciones con transporte a través de membrana.*

Otras opciones son la organización de proyectos de trabajo (*la alimentación en época de nuestros abuelos, sus ventajas y desventajas respecto a la nuestra*) o planteo de problemas que exijan un abordaje interdisciplinar (*¿existe contaminación acústica en nuestra ciudad?*).

SEGUNDA PARTE

¿Qué enseñar en Ciencias Naturales?

*"El niño no es una botella que hay que llenar
sino un fuego que es preciso encender."*

MONTAIGNE

1. El aprendizaje de las ciencias como proceso gradual de conceptualización, adquisición de procedimientos y vivencia concreta de actitudes.
2. Los contenidos conceptuales: comprender para aprender significativamente.
3. Los contenidos procedimentales: el "hacer" de la ciencia escolar.
4. Las actitudes: la dimensión afectiva de la ciencia escolar.
5. Organizar el currículo del Área: selección y secuenciación de contenidos.
6. ¿Cuáles serían los contenidos conceptuales del Área de Ciencias Naturales apropiados para una enseñanza general básica?
7. Las hipótesis de progresión.

1. El aprendizaje de las ciencias como proceso gradual de conceptualización, adquisición de procedimientos y vivencia concreta de actitudes

La realidad de la enseñanza de ciencias en la escuela (especialmente en los primeros años de la EGB) muestra que gran parte de los docentes, urgidos por aprendizajes instrumentales (Matemática y Lengua), generalmente dan poca cabida a los temas de ciencias cuando elaboran sus proyectos curriculares. El desarrollo de los mismos es casi inexistente, o bien se realiza de forma superficial, asistemática y poco significativa. Un ejemplo clásico lo constituye "enseñar el ciclo del agua", a través de la lectura de poesías referidas a la lluvia.

Así en la escuela se suele enseñar ciencias desde una concepción de ciencia sustentada por el imaginario social como un conjunto de conocimientos universales, inmutables, neutrales y asepticos, sólo aptos para elegidos, muy alejada de la visión actual, que ya hemos tratado en la primera parte de este libro.

Esta idea de ciencia como producto acabado se proyecta en un aprender a través de la memorización de definiciones y la realización de unas pocas experiencias que, en base a instrucciones pautadas, tienen como objetivo "comprobar la teoría".

Sin embargo, la producción de conocimiento como producto final de toda investigación científica implica recorrer un largo y arduo camino. Los científicos parten de problemas que quieren resolver, para lo cual enuncian hipótesis, contrastan puntos de vista, elaboran teorías, diseñan experimentos, extraen datos empíricos, etc. En definitiva, producir ciencia es un proceso muy complejo que en las escuelas se presenta como algo simple, al quedar reducida sólo al producto final.

Si se quiere proporcionar a los niños y adolescentes una educación científica válida, no se puede dejar de recrear, de alguna manera, todo ese proceso. Se trata de que ellos mismos se planteen problemas, intenten enunciar sus propias hipótesis, diseñen experimentos que les suministren datos, para

ir así construyendo su conocimiento escolar en el campo de las Ciencias Naturales.

También se debería tener en cuenta que la ciencia se va haciendo históricamente, bajo la influencia del contexto político, económico y social de cada época determinada. Si al alumno se lo enfrenta con la teoría final, desconociendo las circunstancias históricas y los debates científicos que acompañaron su desarrollo, es muy difícil que alcance a comprenderla y, menos aún, a problematizarla.

Entonces... *¿qué ciencia enseñar?*

Ya planteamos que a través de la alfabetización científica no se pretende formar futuros científicos, sino ciudadanos capaces de interpretar los fenómenos naturales y tecnológicos para desempeñarse en la sociedad que les toca vivir, y de actuar en forma crítica y responsable frente a los problemas sociales relacionados con la ciencia.

Si bien esta idea es aceptada mayoritariamente, existen diversas posturas de cómo lograrlo:

- Poner énfasis en los productos de la ciencias (cuerpo conceptual).
- Priorizar los aspectos metodológicos del proceso de producción de dichos conocimientos.
- Dar mayor importancia a las actitudes científicas y a la dimensión social del conocimiento científico.
- Elaborar un currículo donde aparezcan estrechamente vinculadas las tres dimensiones de la ciencia: lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal.

Esta última, con la cual coincidimos, posee un enfoque más equilibrado y supone una convergencia entre todas las anteriores, pero entendemos que hoy no sería conveniente adoptar posturas rígidas o dogmáticas en relación a qué ciencia se debe enseñar y cómo hacerlo.

La figura 11 muestra la relación entre la estructura de la ciencia en sus tres dimensiones y la naturaleza de los contenidos que se enseñan en la escuela:

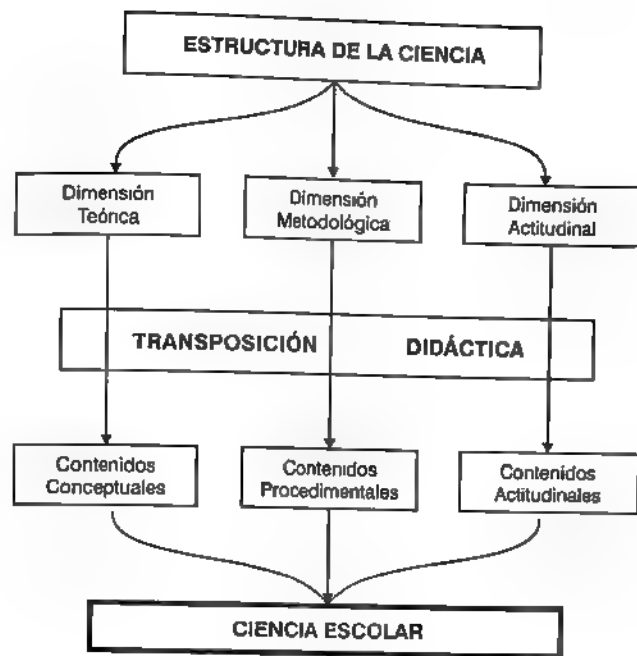


Figura 11: Relación entre la estructura de la ciencia y los contenidos del Área de Ciencias Naturales.

En definitiva, la actual concepción de ciencia ha generado un replanteo de lo que se entiende por enseñar y aprender ciencias. Algunos aspectos a destacar son los siguientes:

- Los objetivos están orientados a desarrollar capacidades generales, a través de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales estrechamente relacionados.

- La selección, secuenciación y organización de los contenidos escolares no se basa solamente en la lógica disciplinar, sino también en la lógica de los alumnos a los que van destinados.
- El reconocimiento indiscutible del protagonismo del alumno en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.
- La valoración de las interacciones que se producen en el aula (docente/alumnos y alumnos entre sí), como un factor fundamental en el logro de aprendizajes significativos.

2. Los contenidos conceptuales: comprender para aprender significativamente

El aprendizaje de conceptos, principios, leyes y teorías ha sido considerado tradicionalmente como el principal objetivo de la enseñanza de las ciencias. Desde hace poco tiempo se insiste muy particularmente en que los contenidos a enseñar no se limiten exclusivamente a aspectos conceptuales. La importancia de este enfoque es haber elevado a categoría de contenido los *procedimientos y actitudes* teniendo en cuenta que, para el logro de los objetivos planteados en la educación científica, se precisa de una estrecha y equilibrada relación entre los tres tipos de contenidos, como lo hemos señalado anteriormente.

Si bien la experiencia de la mayoría de los docentes de ciencias se ha desarrollado en torno a la enseñanza de contenidos conceptuales, no por ello el aprendizaje de los mismos deja de presentar dificultades relacionadas principalmente con su comprensión.

En el proceso de conceptualización, se parte de los niveles más simples representados por los hechos y los datos.

"Un dato es un conocimiento descriptivo de la realidad, referido a un acontecimiento concreto. el agua hierve a 100°, la hoja es un órgano de la planta, etc. El aprendizaje de la ciencia requiere conocer muchos datos, algunos de los

cuales se adquieren en la escuela, mientras que otros son el producto de la interacción cotidiana con nuestro entorno: los niños saben intuitivamente desde muy pequeños que los objetos que no son sostenidos se caen o que el hielo se derrite.

Pero una cosa es conocer un dato, y otra es dotarle de significado. Comprender un dato requiere utilizar conceptos, es decir, relacionar estos datos dentro de una red de significados que lo explique, por lo que interpretar un dato es más difícil que conocerlo: los niños pequeños pueden llegar a predecir lo que pasará con un objeto si no se lo sostiene, pero otra cosa es que sepan interpretarlo en función de la existencia de una interacción gravitatoria entre la Tierra y el objeto."

LIGUORI, L. Y NOSTE, M. I. (2001).

Si bien los datos se aprenden memorísticamente y se *saben o no se saben*, el aprendizaje de los conceptos es progresivo. Ninguna idea se construye de una vez por todas, sino en forma gradual, a medida que el alumno la va relacionando con sus esquemas conceptuales previos, formando nuevas redes de significados.

Este aprendizaje significativo permite al alumno la interpretación de la realidad desde un proceso de reorganización dinámica, continua y gradual en el cual va construyendo sus conocimientos escolares a través de aproximaciones sucesivas que implican diferentes niveles de comprensión de un mismo concepto de acuerdo a la edad. Por ejemplo, la idea acerca de energía que puede construir un niño de 10 a 12 años, seguramente será muy diferente al concepto científico. Si se lo presiona para que corrija su supuesto "error", probablemente lograremos que en clase utilice el significado académicamente "correcto", pero el conocimiento así adquirido será inestable porque habrá desaparecido la sensación de familiaridad, de ya conocido, porque con él no podrá operar sobre la realidad y se sentirá fracasado en su intento de comprender el mundo.

La ciencia escolar debe trabajar con datos, pero su aprendizaje no debe constituir el fin principal de la educación científica. Los datos deberían ser *funcionales*, es decir, servir para facilitar otros aprendizajes más significativos. Por ejemplo, el conocimiento del *peso específico* de diferentes materiales no debería ser un fin en sí mismo, sino en cuanto es útil para anticipar si flotarán o no al sumergirlos en agua.

El aprendizaje de conceptos, en cambio, está basado en la comprensión. En palabras de Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998):

"Una persona adquiere un concepto cuando es capaz de dotar de significado a un material o a una información que se le presenta, es decir cuando comprende ese material, donde comprender sería equivalente, más o menos, a traducir algo a las propias palabras."

La siguiente pregunta es casi una muletilla entre los docentes denotando una preocupación común: *¿Por qué los alumnos olvidan lo que aprendieron?* Pero quizá se debería plantear otra cuestión: *¿Los alumnos aprendieron lo que se les enseñó?*

No se trata de cambiar una preocupación por otra, sino de tratar de reflexionar sobre ese problema desde sus orígenes. En la escuela muchas veces se está convencido que los niños y los adolescentes aprendieron cosas, cuando en realidad nunca lo hicieron.

Lo paradójico es que las personas adquieren desde pequeñas una serie de competencias que no olvidan durante toda su vida: andar en bicicleta, reconocer diversidad de objetos, elaborar teorías acerca de los fenómenos naturales y sociales, acerca de su propio yo, llegando incluso a desarrollar el sentido de lo bueno y lo malo, lo justo y lo injusto. *¿Por qué entonces olvidan rápidamente lo que se les enseña en la escuela? ¿Por qué el conocimiento escolar se torna tan frágil?*

En primer lugar, no hay que olvidar la sorprendente persistencia de las concepciones de los alumnos y la resistencia que ofrecen al cambio que se les propone desde la escuela.

En segundo lugar, es muy probable que ciertos resultados en los aprendizajes escolares se consideren como evidencias de que existe comprensión.

Consideremos dos de las respuestas que surgen mayoritariamente de un grupo de alumnos de entre 13 y 14 años, cuando se les pide que expliciten sus ideas acerca del concepto molécula:

- *La molécula es la menor porción de materia que puede existir en estado libre e independiente en forma estable.*

- *La molécula es la menor porción de un cuerpo que conserva las propiedades de la especie de las cuales se originó.*

Ambas repuestas aparecen frecuentemente en los libros de texto y son consideradas correctas si el nivel de exigencia escolar pasa por las definiciones memorizadas y repetidas textualmente. Cabría preguntarse si esos alumnos realmente han comprendido lo que es una molécula. No quiere decir que dichas respuestas no vayan acompañadas de una real comprensión, sino que por sí solas no aseguran que se haya producido.

Si los alumnos mencionados son capaces de transferir el concepto de molécula a situaciones que van más allá de su mera definición (*¿Cuál es la partícula más pequeña de agua que se obtendría si se pudiera dividir una gota en porciones cada vez más pequeñas? ¿Cuántos tipos de moléculas diferentes hay en una mezcla de agua y azúcar?*), si son capaces de explicar su significado con sus propias palabras, entonces han comprendido.

En este caso, los alumnos no habrán recibido pasivamente la información, sino que la habrán reelaborado tratando de darle sentido y la habrán relacionado con sus conocimientos previos formando una red de nuevos significados. Recién cuando con el nuevo concepto puedan establecerse múltiples relaciones con otros que ya se encuentran arraigados, se habrá realizado un aprendizaje significativo.

Esto implicaría incluso cuestionar la nueva información recibida para encontrarle significado. Siguiendo con el concepto de molécula, éstos son algunos interrogantes planteados por alumnos (Liguori, L. y Noste, M. I. 2002):

- *Las moléculas de sal ¿son blancas?*
- *¿Se puede partir una molécula? ¿Con qué?*
- *¿Todas las moléculas son iguales?*
- *¿Qué les pasa a las moléculas si chocan entre ellas? ¿Explotan? ¿Se abollan? ¿Se rompen?*
- *Los seres vivos: ¿están formados por moléculas o por células?*
- *¿Para qué sirve una molécula?*

Los conceptos van “*madurando*” a medida que se relacionan con otros ya conocidos, es así que no se comprenden de una sola vez y para siempre, sino que se van enriqueciendo y complejizando durante toda la vida, aún en el experto. Se podría decir que el proceso de conceptualización implica enfrentarse a lo desconocido, “*desarmar*” las propias ideas y “*volver a armarlas*” integrando lo nuevo. Para que los alumnos logren realizar dicho proceso, deben “*descubrir*” por qué aquellas ideas más sencillas y útiles, con las que se sienten seguros deben ser modificadas. Si no logran hacerlo, todo terminará, como ya se dijo, en una gran confusión, con resultados peores que al utilizar su sentido común, lo que los llevará indefectiblemente a preferir sus ideas originales para explicar las situaciones cotidianas. Esto implica una escisión entre la escuela y la vida, problema que los nuevos enfoques para la enseñanza de las ciencias, intentan resolver.

Las teorías científicas y las teorías implícitas de los alumnos implican distintos niveles de análisis de la realidad. En la construcción del conocimiento escolar deberían aprender a integrarlas en un todo de mayor poder explicativo, pero también a diferenciarlas para utilizar unas u otras en función del contexto. Después de todo, e. físico que apoya su portafolios sobre el escritorio no lo hace pensando en la ley de la gravedad, sino en su experiencia cotidiana: “*si suelto un objeto va a parar al suelo*”.

3. Los contenidos procedimentales: el “*hacer*” de la ciencia escolar

Así como se pretende que, a través de la educación científica, los alumnos adquieran una visión conceptual del mundo, coherente con la de los científicos, también se desea que aprendan contenidos procedimentales relacionados con la metodología científica: observar y describir fenómenos, obtener e interpretar datos, diseñar experiencias con control de variables, conocer técnicas de trabajo y de manipulación de instrumentos, etc.

En el marco de la reforma educativa se ha puesto énfasis en el aprendizaje de estrategias, técnicas, habilidades y destrezas que son propias del

saber hacer de las Ciencias Naturales. Para el logro de este objetivo, se sugiere el planteo de situaciones que promuevan en los alumnos:

- El cuestionamiento de lo obvio.
- El rechazo de generalizaciones acríticas basadas en observaciones cualitativas.
- La elaboración de explicaciones alternativas a modo de hipótesis.
- La necesidad de someterlas a contrastación a través del diseño y realización de trabajos experimentales.
- El proceso de comunicación de los resultados.

Para comprender la importancia de haber incluido dichos procedimientos como contenidos curriculares, sería conveniente detenernos en el análisis de dos tipos de conocimiento: conocimiento declarativo y conocimiento procedimental.

“El conocimiento declarativo es un conocimiento descriptivo de la realidad, que tiene la particularidad de poder expresarse verbalmente. El conocimiento procedimental, en cambio, se pone de manifiesto en la acción, entendida no sólo en el campo motriz (por ejemplo: observar con una lupa) sino también en el de las operaciones mentales (comparar, clasificar, comunicar...).

Desde este punto de vista, la enseñanza de las ciencias no sólo debe plantearse como objetivo la construcción de conocimiento declarativo, sino también el “saber hacer” con dicho conocimiento, favoreciendo potencialmente nuevos aprendizajes. De nada sirve el conocimiento declarativo si no se usa, es decir si no se pone al servicio del conocimiento procedimental. Considerar los procedimientos como contenidos escolares supone preocuparnos por cómo se aprenden para poder diseñar actividades específicas para enseñarlos.”

LIGUORI, L y NOSTE, M. I. (2002).

Atendiendo a la definición que Coll, C. (1992) hace de los contenidos procedimentales como “*conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta*”, se debería tener en cuenta que dichas acciones no son innatas, ni surgen espontáneamente: hay que enseñarlas para que

puedan ser aprendidas. No hay otra manera de aprender a *hacer* que *haciendo*. Esto implica una secuencia que hay que conocer, entender y saber explicar *por qué y para qué* se hace.

Con los contenidos procedimentales, al igual que con los conceptos, se suele cometer el mismo error: dar por aprendidos procedimientos que posiblemente no lo estén. ¿Qué sucede cuando les pedimos a alumnos de los últimos años de la EGB que comparen, por ejemplo, los estados de agregación de la materia? Generalmente se limitan a enumerar las características de los sólidos, los líquidos y los gases, sin tener en cuenta que lo que deberían hacer es hallar semejanzas y diferencias entre ellos en base a criterios previamente elegidos. Si le hacemos observaciones al respecto, su réplica frecuente es más o menos esta: “¿Por qué está mal, profe? Yo estudié y le escribí todo”. Evidentemente no han aprendido a “comparar”.

Para una enseñanza eficaz de los contenidos procedimentales resulta entonces necesario pensar con anticipación cuál es la secuencia lógica correspondiente a cada uno de ellos, adecuándola a las características del grupo clase y reajustándola posteriormente en función de los resultados obtenidos en el aula. Tomemos como ejemplo el contenido procedimental *comparar*, al que ya hemos hecho referencia. Para realizar una comparación, una posible secuencia es la siguiente:

- Identificar los elementos que se van a comparar.
- Analizar las características de cada uno de ellos.
- Seleccionar, en función de ellas, el o los criterio/s de comparación.
- Establecer semejanzas y diferencias en función de dicho/s criterio/s.
- Elaborar un cuadro comparativo.

A pesar de que a cada procedimiento le corresponde una secuencia distinta, la enseñanza de los distintos contenidos procedimentales admite ciertas pautas comunes:

- *modelización de la secuencia correspondiente por parte del docente*: es necesario mostrar cómo se ejecutan cada uno de los pasos de la secuencia procedimental, deteniéndose en ellos si fuera necesario;

- *realización de las correspondientes acciones involucradas en dicha secuencia*: coherente con el carácter de saber hacer de estos contenidos;
- *ejercitación*: la repetición de dichas acciones es necesaria para que el alumno llegue a dominarlas y automatizarlas;
- *reflexión sobre la propia actividad*: para que el “saber hacer” no se transforme en un “hacer” carente de significado (¿cómo lo hago?, ¿cómo podría hacerlo mejor?, ¿por qué lo hago?, ¿para qué?), entendiéndose que insistir en la repetición mecánica de la secuencia no supone necesariamente aprendizaje;
- *aplicación en contextos diferenciados*: para que la habilidad pueda ser transferida.

Los contenidos procedimentales sólo tendrán sentido para los alumnos en función del aprendizaje significativo de los contenidos conceptuales. No se puede enseñar a construir un gráfico, o a formular una hipótesis, independientemente de un contenido conceptual.

Según Pozo, J. I. (1996), en el aprendizaje de los contenidos procedimentales existen también distintos niveles de competencia:

- *El alumno no sabe lo que tiene que hacer*: no conoce la secuencia de acciones a realizar.
- *El alumno no sabe hacerlo*: aunque sí conoce las acciones que hay que realizar, no puede ejecutarlas.
- *El alumno no sabe cuándo hacerlo*: aunque domina la técnica, carece del conocimiento estratégico necesario para usarlo de forma autónoma.

El nivel de complejidad de los contenidos procedimentales está determinado por distintos aspectos, según lo muestra la figura 12.

MENOR COMPLEJIDAD	CONTINUUMS	MAYOR COMPLEJIDAD
Motriz (cortar, filtrar)	----->	Cognitivo (clasificar, transferir)
Pocas acciones (mezclar, plegar)	----->	Muchas acciones (observar, pesar)
Proceso algorítmico (sumar, abrochar)	----->	Proceso heurístico (leer, resolver un problema)

Figura 12: Progresión en los contenidos procedimentales.

Corresponde al docente decidir el tipo de ayuda que necesitan los alumnos y el momento adecuado para brindarla. Esta ayuda se mantendrá, modificará o retirará según los progresos realizados por cada uno para que vayan asumiendo paulatinamente el control de la tarea, hasta lograr desempeñarse con autonomía.

A continuación planteamos una serie de procedimientos relacionados a la ciencia escolar:

- **Observación:** es la capacidad de obtener información (datos) cualitativa y/o cuantitativa de un objeto o fenómeno a través de los sentidos.
- **Medición:** es cuantificar las observaciones utilizando determinados instrumentos o referencias.
- **Registro de datos:** es organizar la información obtenida de diversas fuentes, en tablas, cuadros de doble entrada, gráficos, esquemas, etc.
- **Identificación:** es reconocer un objeto o fenómenos por sus atributos o características propias. Permite nombrar, seleccionar, secuenciar, comparar...
- **Comparación:** es establecer semejanzas y diferencias entre objetos o fenómenos.
- **Clasificación:** es separar un universo en grupos o clases, que comparten propiedades comunes. Para clasificar hay que aplicar criterios.
- **Predicción:** es establecer relaciones a partir de observaciones y decir lo que va a ocurrir. Se comprueba repitiendo la observación (verificación).

- **Inferencia:** es arribar a un juicio o idea que, a partir de observaciones, va más allá de los datos. No puede ser verificada sin mayor información.
- **Formulación de preguntas:** es plantear interrogantes correspondientes al campo de las ciencias en lenguaje claro y conciso. Deben suscitar un plan de acción para su respuesta o comprobación.
- **Formulación de anticipaciones e hipótesis:** es desarrollar explicaciones provisionarias en relación a un problema. Estas posibles respuestas al problema deberán ponerse a prueba.
- **Control de variables:** es la capacidad de identificar y aislar factores (variables) que intervienen o no en el resultado de un fenómeno.
- **Diseño de investigaciones:** es el modo de investigar una cuestión comprobable, una vez formuladas las preguntas, planteado un problema y elaborado hipótesis. Se identifica lo que ha de variar durante la experiencia (variable independiente), lo que debería permanecer sin interferir, sin cambiar (variables intervinientes controladas) y lo que ha de medirse o compararse como consecuencia de la modificación de la variable independiente (variable dependiente).
- **Modelización:** es elaborar y analizar modelos explicativos que son construcciones figurativas de ciertos aspectos pertinentes de la realidad. Los modelos permiten materializar ideas.
- **Comunicación:** es el intercambio de ideas que atraviesa todo el proceso de construcción del conocimiento escolar. Incluye comunicaciones escritas, gráficas y orales; individuales y grupales, favoreciendo el uso del lenguaje de las ciencias. Permite la construcción social y colectiva de los significados específicos del Área. Involucra proceso y producto.

4. Las actitudes: la dimensión afectiva de la ciencia escolar

La educación científica no puede ser entendida sólo en términos cognitivos, sino que también debería atender al desarrollo afectivo de los niños y adolescentes, persiguiendo su desarrollo armónico como personas. Este

objetivo se logra a través de los contenidos actitudinales, ya sea como actitudes científicas relacionadas con el quehacer de los científicos en la construcción de conocimiento, así como actitudes hacia la ciencia misma considerada como parte de la cultura.

No existe una única acepción compartida del término *actitud*, pero a los fines de compartir significados podríamos arriesgar una definición: respuesta o estado de predisposición ante ciertos objetos o situaciones; en nuestro caso, relacionadas con las ciencias.

Las actitudes no son innatas. De la misma manera que para los otros tipos de contenidos curriculares, su abordaje debe ser intencional, lo que requiere planificar experiencias de aprendizaje específicas para desarrollarlas y evaluarlas. Por su parte Coll, C. (1992), afirma que considerar a los procedimientos y actitudes como contenidos curriculares:

"...supone aceptar hasta sus últimas consecuencias el principio de que todo lo que puede ser aprendido por los alumnos puede y debe ser enseñado por los profesores."

Como pasa con los otros tipos de contenidos, para las actitudes también se establecen niveles de progresión en su desarrollo. A modo de ejemplo presentamos el siguiente cuadro que se refiere a la *curiosidad*³:

Nivel 1	El alumno no se interesa en nada, no manifiesta curiosidad.
Nivel 2	Observa superficialmente, pasa de una cosa a otra y finalmente se aburre.
Nivel 3	Manifiesta asombro ante algunas cosas, comienza a ordenar sus observaciones y a plantear preguntas.
Nivel 4	Manifiesta dudas ante determinadas situaciones y realiza preguntas precisas que puedan dar origen a una investigación posterior.

3. Adaptado de Del Carmen, L. *Enfoques investigativos en la enseñanza y secuenciación de contenidos*. En *Investigación en la escuela* N° 25, p. 23, 1995.

Existen contenidos actitudinales que poseen un marcado carácter transversal (responsabilidad, cooperación, respeto por los compañeros) y aquí resulta ineludible un consenso institucional para evitar contradicciones que generan en los alumnos la sensación de dicotomía entre lo que se dice y lo que se hace. Se trata de preservar la coherencia, aunque más no sea dentro del ámbito escolar, ya que no se puede controlar el quiebre que se produce entre ese contexto y el social.

También se deberían tener en cuenta otras actitudes más específicas: curiosidad, respeto por las pruebas, búsqueda constante, trabajo en equipo, pensamiento divergente, cuidado del ambiente y la salud. Estas están estrechamente vinculadas al modo en que se construye el conocimiento y a los contenidos conceptuales objeto de estudio en el Área de Ciencias Naturales.

Actitudes que se pueden aprender en ciencia escolar:

- **Rigor/honestidad ante:**
 - Los datos precisos.
 - Los resultados experimentales obtenidos.
 - La utilización de los instrumentos de medición.
- **Respeto:**
 - Ante las ideas de los demás.
 - Al compartir tareas en equipo.
- **Pensamiento divergente en base a:**
 - Curiosidad creciente.
 - Creatividad en la resolución de situaciones problemáticas.
 - Apertura a nuevas ideas, posibilidades, experimentaciones.
 - Evitar supersticiones.
 - Flexibilidad para formular nuevas hipótesis.
 - Interés por utilizar diversas fuentes de información.
- **Valoración del conocimiento acerca de:**
 - El propio cuerpo.
 - La salud.

- El ambiente.
- Los seres vivos.
- Los recursos naturales.
- La repercusión social de la ciencia.

Esta valoración o concientización creciente permitirá actuar crítica y positivamente en relación al entorno para una mejor calidad de vida.

— **Actitud crítica frente a:**

- La intervención humana sobre los sistemas naturales.
- La utilización de los recursos naturales.
- La alimentación y el consumo de productos relacionados a la salud.
- La sexualidad y prevención de enfermedades de transmisión sexual.
- Los métodos anticonceptivos.
- El consumo de drogas y otras adicciones.
- Las limitaciones de la ciencia.

La enseñanza de contenidos actitudinales implica un proceso en el que se admiten distintos momentos o etapas:

- **cognoscitiva:** hace referencia a la información o conocimiento que adquiere el sujeto frente a una conducta determinada;
- **afectiva:** implica sentimientos de aceptación o rechazo hacia dicha conducta;
- **intencional:** toma de decisiones respecto a la puesta en práctica de la conducta en cuestión;
- **comportamental:** se trata de traducir la intención en una conducta observable.

En toda actitud subyace un valor que le da sentido. La actitud la hemos definido como la respuesta frente a cosas, personas o sucesos concretos de la realidad. El valor, en cambio, implica representaciones más abstractas.

Por ejemplo, los alumnos pueden tener una *actitud respetuosa frente a las ideas de sus compañeros*, aunque sean distintas a las propias. El valor implícito en ella será la *tolerancia*, idea más abstracta en la que prima el conocimiento y la afectividad más que la concreción en una acción inmediata.

No podemos dejar de reconocer que las actitudes son, de los tres tipos de contenidos curriculares, los que se suelen abordar con mayor inseguridad. Este problema es considerado por Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998) con una muy buena metáfora en la que establecen una comparación entre los tres tipos de contenidos y los estados de la materia:

“... podríamos decir que, si se comparan con los otros contenidos del currículo (las actitudes), tienen una naturaleza gaseosa. Mientras que los contenidos verbales son más bien sólidos (suelen tener forma propia, específica, entidad académica o epistemológica, con independencia del recipiente en que se alojen y como los sólidos son fácilmente perceptibles, o más bien fácilmente evaluables, se pueden trocear, apilar, juntar, separar, lo que hace fácil su secuenciación y evaluación), las actitudes son como los gases, inaprensibles, aunque no nos apercebamos de ellas están en todas partes -por lo que no se pueden trocear, ni separar fácilmente- pero no están en ninguna, son muy difíciles de percibir (o evaluar). Como los gases, las actitudes tienden a estar omnipresentes pero ausentes de nuestros sentidos, a mezclarse unas con otras, a filtrarse por todas las grietas del currículo. No tiene sentido secuenciar actitudes como se secuencian conceptos, este mes solidaridad, el próximo espíritu crítico, al siguiente tolerancia, etc., ni evaluarlas a fecha fija (el martes examen de solidaridad). Las actitudes, en la medida en que como los gases, son difícilmente fragmentables, requieren un trabajo más continuo, más a largo plazo. Su cambio es menos perceptible pero, cuando se produce, da lugar a resultados más duraderos y transferibles (como los gases, se difunden, ocupan todo el espacio, no se mantienen quietos y separados como los sólidos, aparentemente inmóviles sobre la mesa). Los procedimientos se hallarían a medio camino de los anteriores, se comportarían como líquidos (tenden a mezclarse pero no tanto como los gases/actitudes, adoptan la forma de los recipientes pero conservando muchas de sus propiedades pueden separarse o fragmentarse con ciertas técnicas, etc.).”

5. Organizar el currículo del Área: selección y secuenciación de contenidos

En el Área de Ciencias Naturales tradicionalmente se suele organizar el currículo tomando como eje vertebrador a los contenidos conceptuales, tendencia que responde al carácter de nuestra estructura cognitiva y a las características de las disciplinas. Sin embargo, no podemos olvidar que el concepto tradicional de contenido se ha flexibilizado, ampliándose para abarcar a los procedimientos y las actitudes.

Conviene insistir en la necesaria coherencia entre los contenidos curriculares y los objetivos formulados y, muy en particular, que los mismos no se limiten sólo a los aspectos conceptuales. Esto no significa desvalorizar estos contenidos, sino tener en cuenta que el aprendizaje integre los tres tipos de ellos como *un proceso gradual de conceptualización, adquisición de procedimientos y vivencia concreta de actitudes*.

Hay que atender a la amenaza que representa el enciclopedismo cuando se trata de cubrir todo lo que merece ser estudiado. Finalmente, se cae en el reduccionismo conceptual que se intenta evitar, debido a un tratamiento superficial de todos los contenidos. Es preferible ofrecer una visión actual y motivadora de pocos temas claves, susceptibles de ser ampliados posteriormente en función de los intereses y necesidades del grupo de alumnos.

Es necesaria una rigurosa selección de contenidos, incluyendo no sólo los básicos sino también aquellos que pongan en evidencia los avances más recientes de las ciencias, su papel en la calidad de vida y las relaciones CTS. Esto implica atender a contenidos transversales como los relacionados a Educación Ambiental y a Educación para la salud.

Los diseños curriculares oficiales constituyen generalmente una propuesta que no posee carácter prescriptivo sino referencial. Las instituciones escolares, a través de sus proyectos educativos institucionales, y los docentes, a través de sus proyectos curriculares de aula, serían los responsables de seleccionar y organizar los contenidos oficialmente propuestos, optando por los que consideran más adecuados a cada grupo clase según el contexto donde se inserta la escuela.

La preocupación por distribuir y organizar los contenidos a lo largo de un nivel/ciclo/año no es nueva. Desde hace más de 30 años, Bruner *señala* su importancia respecto al aprendizaje. No cabe duda que el análisis y selección fundamentada de los contenidos a enseñar, el orden en que serán abordados y su distribución temporal determinan en gran medida la significatividad de los aprendizajes. Dicho autor *enfatiza* la necesidad de considerar las características de los alumnos, así como las del contenido a abordar. Es así que *propone* un currículo en espiral para que determinados contenidos sean trabajados en diferentes momentos a lo largo de la escolaridad, con niveles de complejidad creciente.

Los contenidos deberían estar secuenciados de acuerdo a las implicaciones de la psicología del aprendizaje y siguiendo un hilo conductor que le dé sentido a la secuencia. Además es importante tener en cuenta la lógica de la *materia/asignatura*, que requiere que determinados conceptos se comprendan antes que otros.

A partir de los últimos años, la reforma educativa propone la adopción de un modelo curricular abierto con una mayor autonomía para las instituciones escolares y sus equipos docentes, respecto a la organización del currículo y la concreción de su desarrollo. Es fundamental una reflexión conjunta que permita establecer los acuerdos tendientes a mejorar la coherencia en las tareas de planificación de la enseñanza.

A pesar de esto, hay docentes que dejan estas decisiones en manos de las administraciones educativas a través de sus diseños curriculares y/o de las editoriales de libros de texto, que los interpretan.

Sanmartí, N. (2002, pp. 78), basándose en ideas de Claxton, G., advierte sobre ciertos elementos que influyen en la selección de contenidos en los currículos de ciencias de algunos docentes y que surgen de la influencia de libros de texto que sustentan. Por ejemplo:

- *"Fragmentación: los modelos y las teorías a enseñar se 'rompen' y distribuyen en lecciones. Cada lección es un suceso aislado, autónomo, del cual es difícil percibir la relación con los anteriores.*
- *Inutilidad: ausencia de relación con experiencias o preguntas que tengan sentido para el alumnado.*

- **Falsificación:** se seleccionan las experiencias en función de que salgan bien y de que permitan ver a los alumnos lo que han de ver.
- **Dificultad:** se pide a los estudiantes que aprendan definiciones, ideas u operaciones que no pueden ni vincular al mundo real ni a una infraestructura teórica válida para ellos.”

En relación a la selección y secuenciación de contenidos en la educación científica, sugerimos considerar los siguientes aspectos:

- La relevancia cultural de los contenidos seleccionados.
- La consideración de un número limitado de conceptos.
- La jerarquización de los mismos según su complejidad creciente.
- Los conceptos estructurantes o metaconceptos como organizadores de conceptos específicos.
- La relación entre el conocimiento escolar y el conocimiento cotidiano.
- La consideración de los intereses de los alumnos y su realidad próxima.
- El desarrollo simultáneo de procedimientos y actitudes.
- La elección de un eje temático o problemático en torno al cual se organicen los contenidos seleccionados, constituyendo un entramado conceptual coherente.
- La posibilidad de plantear actividades concretas.

En síntesis, si pensamos en la importancia de que el alumno vaya operando con sus ideas y organizando esquemas dinámicos de conocimiento, entonces tendremos que plantearnos cuáles son los contenidos que favorecerán la construcción conceptual, procedimental y actitudinal a la que se apunta y su significatividad para el nivel de alumnos con los que se trabaja.

6. ¿Cuáles serían los contenidos conceptuales del Área de Ciencias Naturales apropiados para una enseñanza general básica?

El *qué enseñar* desde lo conceptual nos brinda elementos para organizar unidades didácticas o proyectos de aula integrando con coherencia y significatividad diversos contenidos de los propuestos por los documentos curriculares del Nivel/Ciclo/Año correspondiente. Pero recordemos que además se tendrá en cuenta el aprendizaje de ciertos procedimientos y actitudes que permitirán operar con las nociones y conceptos, a fin de ir generando un cambio conceptual progresivo.

En este punto es fundamental que cada docente decida el alcance o nivel de complejidad con que desarrollará dichos contenidos con su grupo clase para que el aprendizaje resulte lo más significativo posible. Esta tarea entra en el campo de la toma de decisiones de cada profesional y muestra la intencionalidad como elemento fundante de la enseñanza.

En el transcurso de la educación general básica el docente debería tener claro ciertas líneas teóricas amplias que le permitan orientar la enseñanza, ellas son:

- La estructura de la materia.
- Las transformaciones de la materia y de la energía.
- Las características comunes a los seres vivos, su origen y evolución.
- Las relaciones de los seres vivos con el ambiente.
- Origen y evolución del Universo y de la Tierra como planeta.

Estas ideas abarcativas están relacionadas a diversas teorías científicas y no es el objetivo de la ciencia escolar comprenderlas en su alta complejidad, sino ir generando una aproximación lenta y gradual en la construcción de esquemas de conocimiento del alumno, en coherencia con estos marcos explicativos.

A continuación, planteamos un listado posible de contenidos conceptuales susceptibles de ser enseñados en la Educación General Básica desde el Área de Ciencias Naturales. El mismo, no sigue un criterio de orden ni de

complejidad, sino que es una simple enunciación desde los diferentes campos disciplinares del Área, tomando como orientación los niveles de organización de la naturaleza. Veamos:

NIVELES QUÍMICOS: átomos, moléculas.

- Los materiales. Sus propiedades organolépticas (sabor, color, olor...) y constantes físicas (peso específico, densidad).
- Relaciones entre las propiedades de los materiales y sus usos.
- La materia. Su estructura: el modelo de partículas. Estados de agregación y cambios de estado. Estructura atómica de la materia. Los átomos: clasificación periódica de los elementos.
- Mezclas y sustancias puras. Soluciones. Relación solubilidad/temperatura.
- Fuerza y movimiento. Fuerza y presión. La fuerza de gravedad. El empuje: flotación de los cuerpos.
- La energía y sus propiedades: transferencia, transformación, conservación y degradación. Tipos de energía.
- El calor y la temperatura: diferencia. Termómetro. Efecto del calor sobre los cuerpos. Intercambio de calor. Equilibrio térmico.
- La naturaleza eléctrica de la materia. Electrificación de los cuerpos. Conductores y aislantes. Circuitos eléctricos sencillos.
- Átomos y moléculas. Uniones químicas. Reacciones químicas.
- La visión y la luz. Cuerpos transparentes, traslúcidos y opacos. Cuerpos luminosos e iluminados. Reflexión y refracción de la luz.
- El oído y el sonido. Producción, propagación y percepción del sonido.
- El ciclo del agua en la naturaleza.

NIVELES BIOLÓGICOS: células, tejidos, órganos, sistemas de órganos, organismos.

- Unidad y diversidad de los seres vivos. Los seres vivos como sistemas abiertos. Reinos actuales.
- Reino Planta. Diversidad vegetal. Nutrición vegetal. Las necesidades de las plantas. Relaciones entre las plantas y su medio. Tropismos.

Fotosíntesis. Las plantas como organismos productores o autótrofos. Funciones de respiración, circulación y transpiración. Diferentes formas de reproducción en plantas. Crecimiento y desarrollo. Ciclo vital.

- Reino Animal. Diversidad animal. Nutrición animal. Los animales como organismos heterótrofos consumidores. Relaciones entre los animales y su medio. Taxismos. Funciones de digestión, respiración, circulación y excreción en relación a la diversidad animal. Diferentes formas de reproducción en animales. Crecimiento y desarrollo. Ciclo vital.
- Estructura y funcionamiento del cuerpo humano. El cuerpo humano como sistema abierto y complejo. Los sistemas que intervienen en las funciones de nutrición, en las funciones de relación con el medio y en la reproducción. Crecimiento y desarrollo. Etapas de la vida humana.
- Alimentación y alimentos. Dieta. Diferencia entre alimento y nutriente. Composición de diversos alimentos y necesidades individuales. Conservación de los alimentos.
- Relaciones entre los seres vivos y su medio. Participación de los seres vivos en el ciclo del agua en la naturaleza.
- Nociones de células y tejidos. Relación entre las células de un organismo complejo (el hombre, por ejemplo) y las funciones de sus sistemas de órganos.
- Nociones sobre origen y evolución de los seres vivos.

NIVELES ECOLÓGICOS: individuos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, biomas y biosfera.

- Las relaciones de determinadas especies de la fauna y flora regional con su entorno.
- Poblaciones. Estructura y dinámica. Relaciones intraespecíficas.
- Comunidades. Relaciones interespecíficas.
- Ecosistemas. Componentes estructurales y funcionales. Sucesión ecológica. Los ecosistemas como sistemas abiertos. Clasificación de los ecosistemas en relación a la intervención humana. Relaciones tróficas. Cadenas y redes alimentarias. Pirámides alimentarias. Ciclos de la materia y flujo de energía en diversos ecosistemas.

- **Biomás regionales.** Flora y fauna de cada bioma. Especies en peligro de extinción.
- **La biosfera como capital viviente del planeta Tierra.**

NIVEL GEOLÓGICO: geosfera, la Tierra como sistema.

- **Estructura del planeta Tierra.** La geósfera y sus subsistemas: atmósfera, litosfera, hidrosfera y biosfera. La Tierra como un sistema único y dinámico.
- **Recursos naturales.** Clasificación. Uso racional de los recursos naturales.
- **Origen de la Tierra.**
- **Noción de cambio geológico irreversible y no lineal** (desde el marco de la tectónica de placas). Procesos geológicos graduales y catastróficos.
- **Noción de tiempo geológico.** Eras geológicas.
- **Noción de relieve y rocas.**
- **Noción de estratos y fósiles.**

NIVELES ASTRONÓMICOS: ecosfera, Sistema Solar, galaxias, Cosmos.

- **La Tierra, el Sol y la Luna.** Interacciones dinámicas, gravitatorias y radiactivas.
- **El día y la noche.** Su sucesión.
- **Las estaciones.** Relación con el movimiento terrestre.
- **El Sistema Solar: el Sol y los planetas.** Noción de estrella, planeta y satélite.
- **Cometas y meteoritos.**
- **Noción de galaxia.** La Vía Láctea.
- **El Universo o Cosmos.** Noción de teorías que intentan explicar el origen del Universo.

CONTENIDOS TRANSVERSALES:

- **Educación ambiental.**
- **Educación para la salud.**
- **Educación para el consumidor.**
- **Educación para la paz y la convivencia.**
- **Educación sexual.**

Las temáticas transversales, como su nombre lo indica, son ejes que atraviesan el currículo, se nutren de diferentes disciplinas, permiten el análisis de problemas socioambientales y tienen un marcado componente actitudinal. Son muy importantes de tener en cuenta ya que promueven una mejor inserción del alumno en la realidad que lo rodea.

7. Las hipótesis de progresión

Es cierto que al enseñar ciencias se pretende que las ideas de los alumnos se aproximen lo más posible a las científicas, pero no a cualquier precio: es preferible que los alumnos sigan pensando en las moléculas como “*pelotitas*”, antes que repitan definiciones que no comprenden.

La existencia de distintos niveles de comprensión, que se ponen de manifiesto cuando los alumnos explicitan sus ideas, deberían ser utilizados por el docente para orientar su propuesta áulica. Para esto necesita conocer cuáles son los niveles de comprensión deseables para cada concepto y, en consecuencia, orientar al alumno en un aprendizaje lo más personalizado posible. Existen diferencias individuales, como por ejemplo las dadas por las experiencias previas de aprendizaje, que hacen que no todos los alumnos de la clase comprendan un concepto del mismo modo. Es reconocido que la riqueza de la red de significados que puede haber construido un niño en torno al concepto *conejo*, no será la misma para uno que ha convivido con este animalito como mascota, que para otro que nunca ha tenido contacto directo con uno.

El lento proceso de conceptualización que va desarrollando un alumno a través del aprendizaje de ciencias está relacionado con la forma que el docente elige para presentar los conceptos desde una redefinición, adecuada o no, acorde al nivel de comprensión en dicho proceso.

Ya vimos que es fundamental, como parte de nuestra tarea docente, seleccionar, secuenciar y organizar los contenidos que se proponen al alumno. Respecto a los contenidos conceptuales hay que considerar que los

conocimientos se interconectan unos a otros, tienen distintos niveles de complejidad y se sustentan en la comprensión de otras nociones sin las cuales no podrían construirse. Según García, E (1998):

“Los alumnos, partiendo de sus concepciones iniciales, van a construir los contenidos escolares mediante un proceso de aproximaciones sucesivas, en el que un objetivo no se alcanza pronto, sino que se llega a él progresivamente, a través de una serie de pasos que se corresponden con los diferentes niveles de formulación.”

Así, el aprendizaje de conceptos no se da como un todo o nada, sino como sucesivos momentos por los que pasa el sujeto en la construcción de un determinado concepto y que se corresponden a diversos grados de abstracción. Cada nivel de formulación para un contenido presenta estados graduales o constructos intermedios en los cuales el “error” debería ser considerado como parte de un proceso de complejidad creciente y recursivo que se retroalimenta permanentemente.

Teniendo en cuenta esto, el docente debería presentar a sus alumnos propuestas de trabajo que orienten dicho proceso a partir de las ideas que puedan explicitar los mismos. Dichas ideas se toman como base para guiar la organización y secuenciación de los contenidos escolares y se corresponden con la elaboración de hipótesis de progresión.

Estas propuestas no deben entenderse como un itinerario ineludible que cada alumno debe transitar, sino como un marco orientador abierto y flexible que admite diversos recorridos en la transición hacia formas más complejas del conocimiento escolar.

Vemos así que el término *niveles de formulación* encierra un doble significado:

- Propuestas del docente para orientar la construcción de los contenidos en el aula (*hipótesis de progresión*).
- Distintos niveles que se manifiestan en las ideas de los niños con relación a un determinado contenido (*ideas básicas*).

Ambos se pueden explicitar en forma de enunciados que representan el conocimiento deseable a construir por los alumnos al cabo de un determinado período de su escolaridad. De ninguna manera constituyen “lo que hay que saber”, sino una guía que orienta el aprender. Es importante, para no negar al sujeto que aprende, formularlas en un lenguaje acorde a sus representaciones de la realidad.

Por ejemplo, la comprensión de los *fenómenos luminosos* que los alumnos debieran lograr al final de la E.G.B. se realizaría gradualmente mediante la construcción paulatina de ideas básicas como las siguientes:

PRIMER NIVEL:

- El sol y las lámparas eléctricas son fuentes de luz.
- Las fuentes de luz tienen luz propia.
- Podemos ver los objetos cuando tienen luz propia o cuando son iluminados por una fuente de luz.
- Algunos materiales, llamados opacos, no dejan ver las cosas que están detrás de ellos. Otros, los transparentes, dejan que las veamos claramente. A través de los materiales traslúcidos podemos ver las cosas, aunque no claramente.
- Cuando iluminamos un objeto opaco, se produce sombra. La forma de la sombra es la misma que la del objeto. Su tamaño, en cambio, cambia según la distancia entre el objeto y la fuente de luz.

SEGUNDO NIVEL:

- Cuando la luz llega a algunas superficies pulidas como la de los espejos, se refleja.
- La luz blanca está formada por diferentes colores que se pueden separar por distintos procesos.
- Hay objetos que son opacos a la luz visible, pero que dejan pasar rayos infrarrojos o rayos X.

TERCER NIVEL:

- Cuando la luz pasa de un medio transparente a otro distinto, se refracta, es decir que su velocidad cambia y por lo general se desvía.

A continuación presentamos, a modo de otro ejemplo, una secuenciación en torno a la construcción del concepto de *reproducción*:

Idea básica a construir en un primer nivel:

Los seres vivos "nacen" de otro ser vivo.

Contenidos conceptuales:

- Similitudes y diferencias entre animales adultos y sus crías.
- Animales ovíparos y vivíparos. Algunos ejemplos significativos de reproducción de aves y mamíferos.

Privilegiar la elección de la *diversidad de ejemplos* para trabajar desde el interés del grupo, y no la utilización de los términos "técnicos".

Idea básica a construir en un segundo nivel:

Los animales se reproducen sexualmente presentando variedad de formas de hacerlo (estrategias) según las especies y el ambiente que habitan.

Contenidos conceptuales:

- Reproducción en vertebrados terrestres y acuáticos.
- Diferenciación entre macho y hembra de algunos animales significativos.
- Comportamiento reproductivo: cortejo, nidación, apareamiento, cuidado de crías.

Idea básica a construir en un tercer nivel:

La reproducción es una función que no es vital para los individuos pero es fundamental para la continuidad de la especie.

Contenidos conceptuales:

- Dinámica de las poblaciones. La natalidad como factor de incremento del tamaño de una población.
- Aproximación a la noción de extinción de una especie. Diversidad de causas.

Estos niveles no deben interpretarse con una correspondencia directa a los diferentes ciclos de la enseñanza general básica, sino como una visión progresiva del saber. Por ejemplo, ante una situación diagnóstica de un grupo de alumnos respecto a determinado contenido conceptual, podemos tener algunos de ellos en un primer nivel de formulación y otros en un nivel más avanzado. Esto servirá al docente para orientar, desde un carácter abierto y flexible, la propuesta de trabajo desde itinerarios alternativos, dinámicos y posibles

TERCERA PARTE

¿Cómo enseñar Ciencias Naturales?

*"A orillas de otro mar, otro alfarero se retira en sus años tardíos.
Se le nublan los ojos, las manos le temblan, ha llegado la hora del adiós.
Entonces ocurre la ceremonia de iniciación:
el alfarero viejo ofrece al alfarero joven su pieza mejor.
Así manda la tradición entre los indios del Noroeste de América.
El artista que se va entrega al que se inicia su obra maestra.
Y el alfarero joven no guarda esa vasija perfecta
para contemplarla y admirarla, sino que la estrella contra el suelo,
la rompe en mil pedazos... recoge los pedazos y los incorpora a su arcilla."*

EDUARDO GALEANO.
La escuela del mundo al revés

1. Una cosa es lo que intentamos enseñar y otra lo que el alumno aprende.
2. Un modelo alternativo: la enseñanza por investigación.
3. Propuestas didácticas.
 - 3.1. Seres vivos: Las plantas.
 - 3.2. La estructura de la materia.
 - 3.3. Una propuesta integradora: Los alimentos.

1. Una cosa es lo que intentamos enseñar y otra lo que el alumno aprende

Una de las teorías implícitas más comunes entre los docentes es que si un tema se explica con claridad, el alumno aprende automáticamente. La realidad del aula nos muestra a diario que las cosas no son tan sencillas. Si una información nueva, por ejemplo la *ley de la conservación de la materia*, entra en contradicción con el sistema explicativo que ya posee el alumno según el cual el agua "desaparece" cuando se evapora, la primera jugará en desventaja.

Partamos de una premisa clara: *no siempre que hay enseñanza se da el aprendizaje*. El *saber a enseñar*, el *saber enseñado*, el *saber aprendido* y el *saber evaluado* son distintos y los matices que los diferencian son, en muchos casos, altamente significativos.

Transcribimos⁴ algunas ideas de alumnos de escuela primaria que estaban estudiando *El sistema nervioso*:

"El cerebro es el sistema nervioso y abarca todo el cuerpo. Yo, un suponer, tomo un niño en cualquier lado que sea, y le digo: 'Vos acá tenés nervios', y él no me puede decir que no. El cerebro está protegido por un güeso que es el cráneo. Pero primero está el cerebelo, y después está el gulbo raquidio. Más tarde está la columna beltebral, y adentro de la columna ésa hay como un cañito que recorre todo el cuerpo. Las circunbelaciones son como unos choricitos todos arrollados que son las cosas que nos permiten hacer cosas".

"Cuando uno, por ejemplo, quiere mover un brazo, primero uno piensa que tiene que mover el brazo, después el cerebro se entera de eso y le da una orden al nervio de ahí, y lo mueve".

"Una circunvolución es cada una de esas cositas que tenemos en el cerebro,

4. Un maestro uruguayo llamado José Ma. Firpo Álvarez, allá por los años 40, recopiló escritos de sus alumnos de primaria en un libro titulado *"¿Qué porquería es el glóbulo!"* (a partir de 1976 lleva más de 20 ediciones). Ediciones de la Flor. Buenos Aires, 1990. De allí estos textos, pp. 62 -64.

que parece un rulo, y sirve para hacer una cosa diferente; una mueve todo lo que tenemos del lado izquierdo, y la otra mueve todo lo que tenemos del lado derecho”.

“El cerebro tiene como unas pelotitas y cada una se ocupa de una cosa diferente, leer, comer, hablar, patear la pelota y otras cosas, etc. Si a uno le dan un golpe en la cabeza, según qué pelotita de esas le toquen, queda medio loco de ese lado, o se olvida de lo que le dicen, o no puede hacer problemas.”

Leyendo esto nos damos cuenta que a partir de sus ideas, de lo dicho en clase y de unágenes de textos o láminas, estos alumnos fueron construyendo sus propios esquemas de conocimiento o representaciones de los fenómenos tratados. Además, el maestro les está dando la oportunidad de que expresen sus ideas tal como las entendieron.

Se hace evidente el papel que juega el lenguaje en los textos argumentativos que constituyen el discurso de las ciencias en el aula. Este conocimiento es parte fundamental del dominio profesional deseable del docente en ciencias.

El carácter gradual de la construcción del conocimiento supone conceder mayor importancia al proceso en sí (niveles de formulación intermedios) que al producto final representado por el nivel que se propone como meta posible.

Este planteo se opone al carácter cerrado y terminal que se asigna, a veces, a los contenidos escolares enseñándolos de una vez y para siempre: “Este tema no tengo que darlo porque ya lo dieron el año pasado”, y a la concepción de que el alumno “sabe o no sabe”. Este determinismo impide admitir respuestas diferentes de las esperadas, en función a la diversidad de alumnos que poseen diferentes tiempos y maneras de aprender y/o diferentes maneras de entender el mundo.

Las sucesivas elaboraciones nos permiten ir retomando progresivamente los mismos contenidos con un mayor nivel de amplitud y profundidad. De allí resulta una secuencia en *espiral* en la que se avanza de lo simple a lo complejo y de lo general a lo particular, permitiendo que los alumnos aprendan con el detalle y la profundidad que sean más significativos para ellos. En todos los casos el tratamiento debe ser riguroso científicamente, aunque para los niños más pequeños pueda estar simplificado.

Si bien sabemos que no existen recetas para trabajar en el aula, se pueden tener en cuenta algunas sugerencias que ayudarían a promover el aprendizaje conceptual orientado a la comprensión:

- Proponer actividades que requieran del alumno algún tipo de elaboración, evitando aquellas que, por el contrario, exijan respuestas meramente reproductivas, del tipo *correcta o incorrecta*, en las que los niños no ponen nada de su parte.
- Brindar oportunidades para que los alumnos apliquen los conceptos que están aprendiendo a situaciones nuevas.
- Indagar los conocimientos previos de los alumnos al comienzo de cada tema y trabajar a partir de esas ideas.
- Reconocer la existencia de distintos niveles de comprensión en las explicaciones de los alumnos y valorarlos aunque no se ajusten exactamente a la idea aceptada.
- Trabajar en la resolución de problemas, motivando a los alumnos para que se impliquen activamente en la búsqueda de respuestas.
- Enfrentar a los alumnos con situaciones que pongan en duda sus ideas, para que avancen en la construcción de otras alternativas.

Entre lo que somos profesionalmente y lo que creemos que somos, a veces hay un abismo real. Es parte de nuestra tarea sondear este abismo a través de ejercicios de reflexión crítica para reorientar y mejorar nuestra acción docente.

Así, el *saber a enseñar* se plasma en modelos didácticos impregnados del sello personal que cada docente imprime en su propio proceso de transposición didáctica. Estos diferentes modos de enseñar ciencias se traducen en:

- la elección de ciertos conceptos ejes a desarrollar,
- el tipo de experiencias que se proponen,
- el lenguaje utilizado en la modelización de las explicaciones,
- la selección de analogías presentadas,
- los ejemplos seleccionados para la comprensión de las ideas tratadas, etc.

Desde la lectura de la realidad como un ejercicio permanente, la reflexión de nuestra actuación docente permitirá desentrañar los supuestos que en ella subyacen y, como ya dijimos, reorientar la propia praxis.

2. Un modelo alternativo: la enseñanza por Investigación

Como ya expresamos, no existe un prototipo ideal de docente. Wasserman, S. (1994), expresa muy acertadamente:

"Son muchos los caminos que llevan a Roma y muchos también los modos de enseñar la historia de Roma."

Docentes con "estilos" netamente diferentes e incluso antagónicos, pueden resultar igualmente eficaces en diferentes situaciones. Después de todo, sus intervenciones son una respuesta al problema básico de *cuál es la mejor forma de enseñar*.

Sin embargo, hoy se piensa cada vez más en el docente como un profesional cuyo conocimiento esté ligado al desarrollo de actividades de investigación de problemas curriculares y, que a su vez, sea capaz de implementar en el aula un modelo de enseñanza y de aprendizaje basado en la investigación de sus alumnos, promoviendo desde los primeros años la construcción autónoma del conocimiento escolar.

Dewey, J. fue uno de los primeros en proponer una forma de enseñanza basada en un proceso investigativo, en el que los alumnos indagan situaciones cotidianas significativas para ellos. Considera que el mismo docente debe asumir ciertas actitudes relacionadas con la investigación científica, tales como: apertura, valoración del papel del error en la construcción del conocimiento, pensamiento divergente, falta de prejuicios, etc.

Este modelo didáctico supone que el docente diseñe actividades abiertas en las que los alumnos puedan, fundamentalmente, plantear preguntas sobre los fenómenos e intentar responderlas a través de la formulación de

hipótesis, el diseño de "pruebas" para contrastarlas, la interpretación de datos, la elaboración de conclusiones y de modelos explicativos. No se pone tanto énfasis en lograr la respuesta "correcta", sino en que los alumnos aprendan probando y equivocándose.

El modelo de enseñanza y de aprendizaje por investigación, se basa en ciertos supuestos didácticos que orientan la toma de decisiones en torno al currículo y que se concretan, en último término, en secuencias organizadas de actividades de aprendizaje. Algunos de ellos son:

- Una concepción constructivista del aprendizaje.
- Una metodología activa centrada en el alumno.
- Una actitud indagadora frente a la realidad.
- Importancia de usar didácticamente las ideas de los alumnos.
- Revalorización de la creatividad y la autonomía en la construcción del conocimiento.
- Necesidad de enfatizar los procesos comunicativos en el aula.

Aunque ya no se pone en duda la capacidad de los alumnos de cualquier edad para llevar a cabo investigaciones escolares, y aunque se insiste en esto desde la Didáctica de las Ciencias Naturales, aún subsisten dificultades para poner en práctica una enseñanza basada en la investigación de los alumnos. Uno de los principales obstáculos lo constituye el diseño de actividades adecuadas.

Recordemos que no cualquier actividad garantiza que los alumnos estén llevando a cabo una investigación. Muchas veces se da este nombre a trabajos con cuestionarios que se responden transcribiendo literalmente del texto consultado, sin ni siquiera promover el pensamiento del alumno a través de preguntas problematizadoras, aunque sean sencillas. El siguiente es un ejemplo, citado en el Documento de Trabajo N° 1 (*Un análisis de los cuadernos de clase*), publicado en noviembre de 2002 por el Ministerio de Educación de la Nación, en el marco del Programa Nacional de Gestión Curricular y Capacitación:

iii Investigamos!!!

- ¿Qué es la fecundación? ¿Cómo se produce?
- ¿Cómo se reproducen las plantas? ¿Cuántas formas de reproducción existen? Comenta sobre ellas.
- Responde: ¿En qué lugar de la planta se fabrica el alimento? Fotosíntesis.
- Describe la función de nutrición de los organismos productores (plantas). ¿Qué sistema de transporte poseen? Ejemplo.
- ¿Qué son las plantas vasculares? ¿Qué sistema de transporte poseen? Ejemplo.
- ¿Cuáles son las plantas que no poseen sistema de transporte?

Aprender investigando en el área de Ciencias Naturales supone lograr que el alumno se sitúe frente a la realidad con una mirada curiosa que lo lleve a formularse preguntas. Por esto, una de las maneras de enseñar y de aprender investigando es a través de la *resolución de problemas*.

Un *problema* es una situación nueva, cuya respuesta está más allá de lo que ya se conoce y que por lo tanto exige utilizar estrategias de búsqueda de información. Todo problema da lugar a la construcción, a partir de las concepciones preexistentes, de nuevas ideas más acordes con las cuestiones planteadas. Precisamente el acento está puesto en la dinámica de las ideas, más que en la obtención de una determinada respuesta.

Según Kaufman, M. (1999):

"... podríamos decir que los problemas son aquellas cuestiones que despiertan en los alumnos curiosidad, ganas de saber y la necesidad de pensar en distintas estrategias para hacerles frente. Por lo tanto, los problemas deben ser definidos desde la 'lógica' de los niños y no desde nuestra lógica de adultos."

La investigación como estrategia de resolución de problemas, es una actividad propia de la especie humana, que permite conocer la realidad e intervenir sobre ella en un proceso adaptativo de gran valor para el individuo. En este sentido podríamos decir que aprendemos en tanto y en

cuanto resolvemos los problemas que aparecen en nuestro entorno siempre diverso y cambiante. Esto sucede tanto en el ámbito cotidiano como en el científico. La diferencia reside en que, en este último, nos movemos en el marco de las teorías propuestas por la ciencia.

Si los alumnos logran desarrollar la capacidad de indagación sistemática de la realidad a través del planteo y resolución de problemas, comprometiéndose activamente en la construcción del propio conocimiento, basta para justificar esta metodología, que no se basa tanto en la obtención de "*resultados correctos*" como en la aplicación de los procedimientos empleados para ello. Es decir, que además de apropiarse de los correspondientes contenidos conceptuales, los alumnos aprenden también a aplicar estrategias de investigación acerca del mundo y desarrollar una actitud cuestionadora frente a la realidad que muchas veces se les presenta como obvia.

Una consideración a tener en cuenta es que si bien la enseñanza por investigación constituye una buena oportunidad para trabajar los contenidos procedimentales, los aspectos conceptuales y actitudinales están estrechamente relacionados a ellos y no pueden enseñarse ni aprenderse de manera independiente.

Trabajos de investigación realizados en el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales, coinciden en la eficacia de una enseñanza de las ciencias basada en la investigación a través de la resolución de problemas, para lograr el cambio conceptual, metodológico y actitudinal que esperamos de nuestros alumnos.

La resolución de problemas es una actividad tradicional en las clases de ciencia, pero, como ya vimos, no siempre existe consenso en el significado del término "*problemas*". En este caso nos referimos a situaciones problemáticas abiertas que exijan de los alumnos una participación activa y un esfuerzo para encontrar por sí mismos las respuestas a las preguntas que ellos mismos se plantearon. Son las "*pequeñas investigaciones*" a las que se refieren Pozo, J. I. y Gómez Crespo M. A. (1998).

En este punto creemos conveniente recordar los distintos momentos de la investigación en el aula que se consideran en la mayoría de las propuestas actuales, sintetizados en la figura 13.

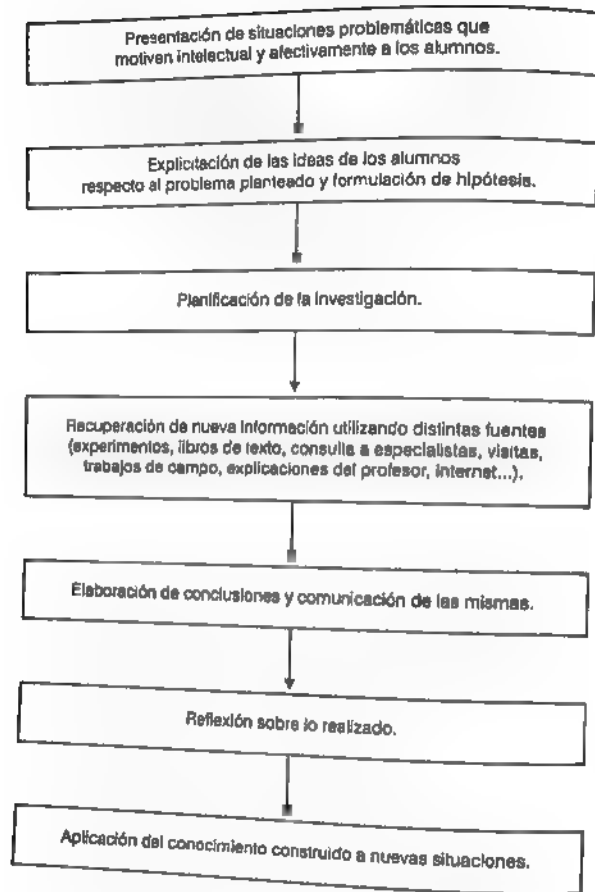


Figura 13: Momentos de la investigación en el aula.

PRIMER MOMENTO: Presentación de situaciones problemáticas que motiven intelectual y afectivamente a los alumnos.

Es evidente que partir de problemas constituye el elemento fundamental de la investigación en el aula. Pero aquí nos enfrentamos con un interrogante: *¿quién debe plantearlos? ¿El docente? ¿Los alumnos?* Esta cuestión resulta secundaria y depende de la edad de los alumnos, del nivel de competencia que poseen, de la temática, etc.

En cualquier caso, las situaciones planteadas tienen que ser percibidas por los alumnos como problemáticas, es decir darse cuenta de que las respuestas no pueden darlas con el conocimiento inmediato que ya poseen, pero que pueden utilizar ciertas estrategias para encontrarlas. Esto implica trabajar en la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky (Z.D.P.).

Un problema puede ser percibido por un grupo de alumnos y no por otro. Esta relatividad es función de las concepciones previas predominantes en el grupo, del contexto, de la motivación existente, etc.

Otra cuestión relativamente compleja para el docente es la siguiente: *¿Qué problemas resultan interesantes para los niños o adolescentes?* La experiencia nos muestra que sus intereses están condicionados socialmente, en especial por los medios de comunicación. Se trata entonces, de ampliar su campo de motivación, abordando los temas del currículo de manera tal que se sientan estimulados para aprender.

En el contexto del aula, los alumnos no trabajan con problemas científicos. Precisamente, los problemas escolares actuarían como puente entre el pensamiento cotidiano, donde prima el sentido común, y el razonamiento científico. Claxton, G. (1991), insiste en la necesidad de tomar conciencia de que los alumnos se encuentran más cerca del primero que del segundo. Esto exige presentar situaciones problemáticas próximas a su realidad, a sus vivencias, para que puedan cruzar el puente al que se hace referencia, como lo muestra el siguiente ejemplo de problema que una docente plantea a sus alumnos con relación a la *conductividad térmica de los materiales*:

Un día de verano queremos llevar al parque una lata de gaseosa recién

sacada de la heladera. ¿Con qué la envolveríamos para que la gaseosa se mantenga fresca durante el mayor tiempo posible?

CON NADA – TRAPO DE LANA – PAPEL DE ALUMINIO

¿Por qué?

Cuestiones simples como estas, permiten ayudar a pensar, sin necesidad de centrarse en una definición cerrada de materiales conductores y aisladores térmicos.

SEGUNDO MOMENTO: Explicitación de las ideas de los alumnos respecto al problema planteado y formulación de hipótesis.

Un momento importante en el proceso de investigación lo constituye la explicitación de las ideas de los alumnos que podrían constituirse en hipótesis. Estas marcarían líneas de investigación o caminos que orienten la búsqueda de respuestas.

Esta instancia constituye una oportunidad para que el docente conozca cuáles son las concepciones que poseen sus alumnos acerca del tema y, también, para que ellos mismos las conozcan para poder cuestionarlas. No olvidemos que si bien este es un momento clave para el logro de dicho objetivo, la indagación de las ideas de los alumnos debería realizarse durante todo el proceso.

Desde una perspectiva constructivista, el docente debe orientar a sus alumnos, pero no decidir por ellos. Por lo tanto todas las hipótesis, más o menos lógicas e incluso disparatadas, que ellos propongan, deberán ser tenidas en cuenta.

Estas son algunas respuestas de un grupo de alumnos frente al problema: *¿Qué factores influyen en el crecimiento de una planta?*

- La cantidad de sol.
- La duración del día.
- Cuánta agua reciben.

- A qué profundidad está la semilla al principio.
- El fertilizante.
- Con qué frecuencia se las riega, no sólo cuánto.
- El tipo de luz: por ejemplo, la luz solar contra la luz artificial.
- El tipo de suelo.
- El aire puro.
- El hablarlas y tocarlas.
- La cercanía de otras plantas parecidas.
- El calor.

La organización del trabajo en el aula, por lo general, no permite que todas las hipótesis sean sometidas a prueba. En este caso se sugiere tomar una o dos que se seleccionen de manera consensuada. Se trata de que los mismos alumnos reflexionen acerca de su "racionalidad" y viabilidad.

TERCER MOMENTO: Planificación de la investigación.

Es el momento de buscar las estrategias posibles más adecuadas para dar respuesta al problema. Hay que pensar y clarificar cómo se va a obtener la información que se necesita, desde qué perspectiva se la va a buscar y cuáles son las fuentes que están a su alcance.

CUARTO MOMENTO: Recuperación de nueva información utilizando distintas fuentes (experimentos, libros de texto, consultas a especialistas, visitas, trabajos de campo, explicaciones del profesor, Internet...).

Si es necesario habrá que enseñar ciertos procedimientos como lectura comprensiva, selección de lo más relevante, organización de la información obtenida, interpretación de tablas y gráficos, elaboración de diseños exploratorios y/o experimentales, utilización del microscopio, etc.

A partir de este momento, la propuesta de actividades por parte del docente, tendrá como objetivo propiciar la confrontación de las ideas iniciales con la nueva información que se va obteniendo.

QUINTO MOMENTO: Elaboración de conclusiones y comunicación de las mismas.

La organización e interpretación de la información obtenida es fundamental para poder elaborar conclusiones. El docente tendrá que orientar a los alumnos en la detección de regularidades, en el cuestionamiento de lo obvio, en el establecimiento de relaciones causa/efecto, etc.

La elaboración de las conclusiones supone la validación o rechazo de la/s hipótesis formulada/s y la generación de nuevos interrogantes.

Un ejemplo de lo expresado lo constituye el siguiente experimento realizado por un grupo de alumnos de entre 12 y 13 años en búsqueda de respuestas al problema relacionado con el *costo de la energía que consumimos*⁵.

El diseño experimental correspondiente preveía el calentamiento gradual de 5 litros de agua con dos calentadores, uno eléctrico y otro a gas, midiendo el tiempo empleado por cada uno para llegar a valores de temperatura determinados previamente. Los datos recogidos fueron registrados en una tabla, tal como muestra la figura 14. A continuación, calcularon el costo en cada caso, volcando los resultados en la misma tabla.

Calentador eléctrico (temperatura en °C)	15	16	18	20
Calentador eléctrico (tiempo en segundos)	0	10	30	50
Calentador a gas (tiempo en segundos)	0	40	120	200
Calentador eléctrico (costo en centavos)	0	10	33	55
Calentador a gas (costo en centavos)	0	3	9	15

Figura 14: Tabla de registro del tiempo y el costo del aumento de la temperatura del agua.

5. Adaptado de Boudemont, S. y otros. 6 E.G.B. *Ciencias Naturales*, Kapelusz, Madrid, 1997.

A partir de toda esa información elaboraron los gráficos que se muestran en las figuras 15 y 16.

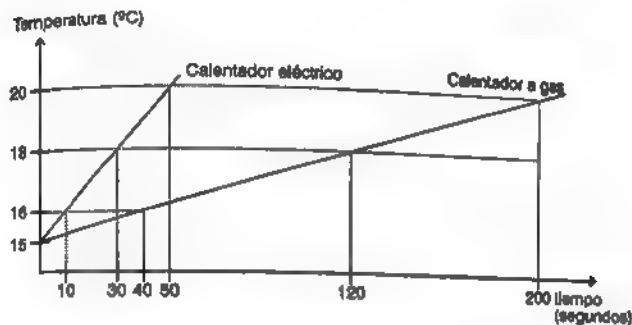


Figura 15: Gráfico del tiempo empleado en aumentar la temperatura del agua.

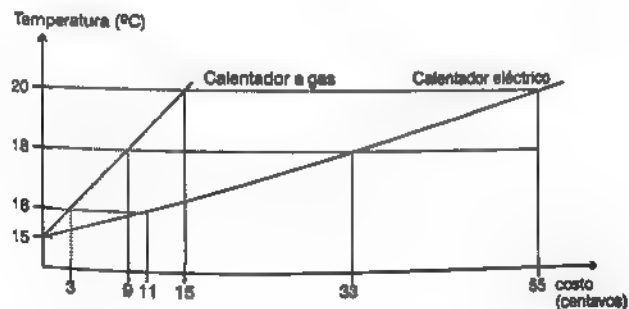


Figura 16: Gráfico del costo del aumento de la temperatura del agua.

El análisis e interpretación de los gráficos les permitió elaborar las siguientes conclusiones:

- En el gráfico de la figura 15, se obtienen dos rectas, lo que quiere decir que las variables consideradas (temperatura-tiempo) son directamente proporcionales.
- La recta de mayor pendiente es la del calentador eléctrico, es decir que éste alcanza mayor temperatura en menor tiempo.
- Es más rápido el calentador eléctrico.
- En el gráfico de la figura 16, también se obtienen dos rectas: la temperatura y el costo son magnitudes directamente proporcionales.
- Ahora la recta de mayor pendiente es la del calentador a gas, lo que indica que se alcanza una mayor temperatura a menor costo.
- Aunque el calentador a gas tarda más tiempo para calentar el agua, su utilización es más económica y permite ahorrar.

Tanto la interpretación de los resultados como la inferencia de conclusiones deben realizarse en el marco de los contenidos curriculares correspondientes, para favorecer la estructuración de los nuevos conocimientos.

Para la comunicación de los resultados la técnica más usada es la "puesta en común" en forma oral. Sería conveniente tener en cuenta otras alternativas (elaboración de pósters, dramatizaciones, debates, juegos de simulación...), siempre que sea posible, para que este momento no se haga monótono e interminable.

SEXTO MOMENTO: Reflexión sobre lo realizado.

Para la reflexión sobre los avances realizados en el propio aprendizaje se deberían diseñar actividades que ayuden a los alumnos a reconstruir los pasos seguidos, a valorar la importancia de manifestar las propias ideas, de planificar la tarea, etc. Es una instancia de trabajo individual, en la cual cada alumno tendrá la posibilidad de evaluar su propio aprendizaje e incluso, si su nivel etario lo permite, la propuesta realizada por el docente.

SÉPTIMO MOMENTO: Aplicación del conocimiento construido a nuevas situaciones.

Teniendo en cuenta las dificultades que subyacen en todo cambio conceptual, metodológico y actitudinal, es fundamental que el docente cierre el proceso con una propuesta de actividades de aplicación de lo aprendido a nuevas situaciones. De esta manera se contribuirá a ampliar, profundizar y consolidar los nuevos conocimientos.

Por ejemplo, siguiendo con el problema del costo de la energía, se podría proponer a los alumnos la realización de un diseño experimental que contemple la construcción y puesta en funcionamiento de un calentador de agua solar para compararlo con los dos usados en la experiencia anterior.

Del análisis de la dinámica de la investigación en la escuela, podemos inferir que se promueve un aprendizaje activo y significativo. Son los propios alumnos quienes deben tomar la iniciativa formulando preguntas, planificando sus propias investigaciones, trabajando con creciente autonomía, buscando sus propias respuestas y haciéndose responsables de sus aprendizajes. Así se introducen en el camino del aprendizaje continuo, del *aprender a aprender*.

Una crítica frecuente a este modelo de enseñanza por investigación, es la pérdida de relevancia del rol docente frente al protagonismo del alumno.

Consideramos que, lejos de ser así, las intervenciones del docente son elementos claves para el desarrollo del proceso, aunque su función adquiere otras características distintas a las que posiblemente sean las habituales y que le exigen apelar a su conocimiento profesional. Dentro de este marco, el docente actúa como coordinador y facilitador del proceso de enseñanza y de aprendizaje, desarrollando tareas como las siguientes:

- Plantear los contenidos curriculares a través de situaciones problemáticas que estimulen la indagación.
- Pensar y concretar estrategias tendientes a facilitar la explicitación de las ideas de los alumnos para su confrontación con la nueva información.
- Orientar en la búsqueda de esa información, aportando el mismo la

que sea útil para que los alumnos avancen en sus aprendizajes: explicaciones, instrucciones, clarificación de objetivos, recapitulaciones, etc.

- Incentivar y garantizar la continuidad del trabajo en el aula: motiva, exige, estimula, dinamiza.
- Propiciar un clima de trabajo que potencie las posibilidades de aprendizaje de todos sus alumnos.
- Evaluar permanentemente el desarrollo del proceso de enseñanza y de aprendizaje, con el fin de ir adecuando su propuesta didáctica a la realidad del aula.

En todo caso, para que el proceso conduzca a aprendizajes eficaces, el docente debería regular sus intervenciones. Esto significa:

- Saber cuándo corroborar el camino seguido.
- Saber qué "pistas" es necesario dar.
- Saber "callar" para no dar las respuestas.
- Saber "leer" el comportamiento de sus alumnos (qué saben, cómo piensan) para diseñar situaciones de aprendizaje más significativas.
- Saber estimular el trabajo en equipo.
- Saber soportar la ambigüedad.
- Saber que el error es un elemento normal y enriquecedor de todo aprendizaje.
- Saber cómo dar autonomía a los alumnos sin perder el control del aula.

Este modelo de enseñanza que planteamos como alternativo, es una experiencia rica para compartir con nuestros colegas: para estudiar, intercambiar bibliografía, plantear dudas, confrontar opiniones o iniciativas propias y de los alumnos, escuchar sugerencias, etc. A veces ciertas formas de "hacer" en el aula pueden parecernos imposibles de lograr. Quizás lo sean en un momento coyuntural determinado, pero podrían concretarse en otro. Lo importante es animarse a avanzar en un crecimiento profesional esforzado pero gratificante.

3. Propuestas didácticas

"Una cabeza bien puesta es una cabeza que es apta para organizar los conocimientos y de este modo evitar una acumulación estéril."

EDGAR MORIN, 1999.

Partamos de la idea que la actualización del saber disciplinar del docente es fundamental para organizar un marco teórico claro y confiable, que le posibilitará adecuar su propuesta didáctica evitando actividades estereotipadas, muchas de las cuales generan obstáculos en el aprendizaje de determinados conceptos.

En relación a esto, coincidimos con García, J. E. (1998) cuando dice:

"Una revisión somera de los contenidos presentes en los libros de texto de Primaria y Secundaria, puede mostrarnos cómo se describen detalladamente hechos y procesos naturales y sociales, sin que se intente analizar lo que hay de común en los mismos. Así, por ejemplo, nociones como las de sociedad, ecosistema o ser vivo, se definen de manera estereotipada y cerrada, sin aludir a su carácter de sistemas, y obviándose la existencia de diferentes niveles de organización de la materia."

Si queremos que nuestros alumnos comprendan, debemos encontrar formas o estrategias que favorezcan la comprensión. Se pueden pensar actividades en las cuales se aplique un concepto; o en trabajar desde la diversidad de ejemplos hacia la abstracción de lo común en todos ellos, es decir su esencia; o en explicar lo que NO es tal cosa (análisis de contraejemplos); o en categorizar la realidad a partir de asociar ideas a favor de un concepto, etc.

Lo fundamental al pensar nuestras propuestas didácticas reside en nosotros mismos, en nuestra capacidad profesional para tomar decisiones adecuadas al contexto de enseñanza y de aprendizaje de cada uno de los grupos de alumnos que tengamos.

A continuación, desarrollaremos propuestas didácticas abiertas enfatizando algunos aspectos que se abordan en este libro.

3.1. Seres vivos: Las plantas

El concepto de ser vivo es un concepto específico y muy complejo del campo de la Biología que se irá construyendo, a lo largo de la escolaridad, por el aporte de otras nociones, también conceptos específicos o disciplinares (planta, animal, célula, etc.), pero con la intervención de los meta-conceptos o conceptos estructurantes, organizadores por excelencia en el plano curricular y facilitadores de la integración del Área.

Entre estos conceptos integradores, que se basan en la complementariedad de los términos opuestos, están los conceptos de *unidad/diversidad* que permiten establecer comparaciones, jerarquías y clasificaciones con alto nivel de dinamismo. La *diversidad* no puede entenderse sin la *unidad*, y asimismo la *unidad* es producto de lo común en lo *diverso*.

Según Merino, G. (1998):

"... la idea de unidad se refiere a las propiedades comunes que permiten agrupar los elementos de un sistema. El concepto de diversidad se relaciona con la variedad de los elementos que integran el sistema. Estas nociones no son excluyentes y esta dupla se basa en la idea de diversidad de elementos que forman parte del medio, como así también en la idea de que dichos elementos presentan características comunes (unidad). En todo sistema hay diversidad de elementos y de relaciones, pero existe un nivel de organización que intenta mantener la unidad."

Para iniciar la construcción de la categoría "planta" (unidad), se parte de la diversidad existente en el entorno.

Recordemos que los conceptos tienen su propia dinámica acorde a la evolución histórica de la ciencia y que esto pone en evidencia su no correspondencia estricta con la realidad. La consideración de este aspecto contribuye a mostrar que el desarrollo de las ideas científicas depende de un contexto socio-cultural, y no sólo de la observación "objetiva" de los hechos

y que el conocimiento científico no es producto de un "descubrimiento", sino de un acto creativo de la mente humana.

Así entendido, las clasificaciones son teorías y por ello tienen carácter provisional, es decir que son replanteadas por los taxónomos quienes acuerdan determinados criterios. Pueden coexistir clasificaciones diferentes, según los criterios que se han priorizado.

Atendiendo a nuestro ejemplo, el concepto *planta* ha ido variando en el tiempo a la par de los criterios que los biólogos sustentaron para establecer su clasificación. En la actualidad, se considera planta a los seres vivos que reúnen las siguientes características: ser pluricelulares complejos, formados por células eucariotas, fotosintéticos y con su cuerpo diferenciado en órganos como raíz, tallo y hojas. A partir de esta idea queda claro que una bacteria, aun clorofílica, no es una planta; los hongos tampoco lo son, ya que además de carecer de clorofila no tienen diferenciación de raíz, tallo y hojas; ni las algas pluricelulares, que pese a ser todas fotosintéticas tampoco presentan órganos especializados. Sin embargo, en el siglo XVIII se consideraba planta a los seres vivos que no se movían, ni comían y que crecían indefinidamente; de esta forma, hongos, bacterias y algas eran conceptualizados como plantas.

En el siglo XX, las nuevas técnicas microscópicas permitieron estudios celulares más detallados, como la diferenciación entre células procariotas y eucariotas y, en 1969, los biólogos consideraron que hongos y bacterias se clasificaran en grupos separados de las plantas.

Insistimos, si el docente tiene definido con claridad los conceptos, podrá encontrar temáticas pertinentes para el logro de integraciones sustantivas que enriquezcan los esquemas de conocimiento de los alumnos, promoviendo así relaciones de significados entre dichos conceptos. Vemos un ejemplo de trama sobre el campo conceptual con relación a *las plantas* en la figura 17.

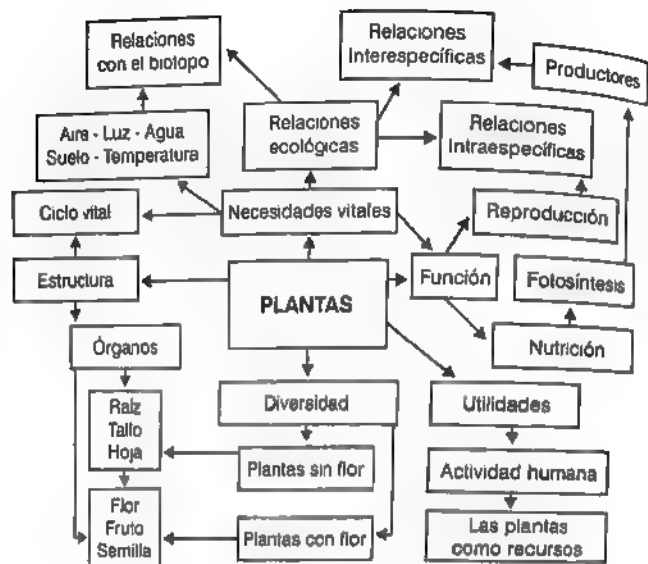


Figura 17: Trama conceptual en torno a la noción de *Plantas* (Liguori y Noete, 2001).

A través del desarrollo del lenguaje, los niños desde pequeños empiezan a manejar palabras “científicas” como *luz, vapor, animal, planta*, aunque a veces los significados que les atribuyen no sean exactamente iguales a los de la ciencia. Sus propias representaciones de la realidad suelen ser para ellos más razonables y útiles que los que le enseñan en la escuela.

Las ideas previas incluyen una amplia variedad de tipos de conocimientos sobre la realidad, tal como lo demuestra el siguiente ejemplo planteado por Miras, M. (1997):

“El conocimiento que tiene Juan, alumno de primer ciclo de Primaria, sobre los árboles, incluye conocimientos de distinto tipo, tales como que están vivos,

que tienen partes (raíces, ramas y hojas), que muchos árboles juntos se llaman un bosque (conceptos), que a algunos se les caen las hojas, que son más altos que él, que son verdes y marrones (hechos), que para plantarlos hay que hacer un agujero en la tierra, que se pueden cortar y los trozos sirven para encender fuego en la chimenea (procedimientos), que su madre dice que no hay que romperlos o maltratarlos (normas), que crecen cuando llueve (explicaciones), que a él le gusta ir al bosque en verano porque no hace calor (actitudes) y que su abuelo tiene unos árboles en su casa que se llaman tilos y huelen bien (experiencia personal).”

Como vemos, el esquema de conocimiento de Juan, como el de cualquiera de nuestros alumnos, puede ser más o menos completo; incluir explicaciones erróneas, como la idea de que los árboles crecen sólo cuando llueve; tener mayor o menor organización y coherencia, ya sea en comparación con el de otro alumno o con relación al mismo alumno en otro momento de su propio proceso de aprendizaje.

A continuación planteamos algunas **preconcepciones** o **ideas ingenuas** que los niños suelen tener sobre *las plantas* al ingresar a la educación formal:

- “Las plantas no son seres vivos porque no se mueven.”
- “Las plantas no tienen vida porque no respiran.”
- “Los árboles no son plantas.”
- “Planta es lo que tiene flor.”
- “Las semillas no tienen vida, pero la planta que crece de ellas sí.”

Partiendo de ideas previas como éstas u otras, una vez indagadas deberían registrarse para luego ser confrontadas con los nuevos aprendizajes. La figura 18, tomada de Cubero, R. (1997), muestra las ideas de un niño sobre el crecimiento de las plantas. En la misma se advierte que la semilla queda bajo la tierra sin transformarse y “el alimento” ingresa por las raíces.

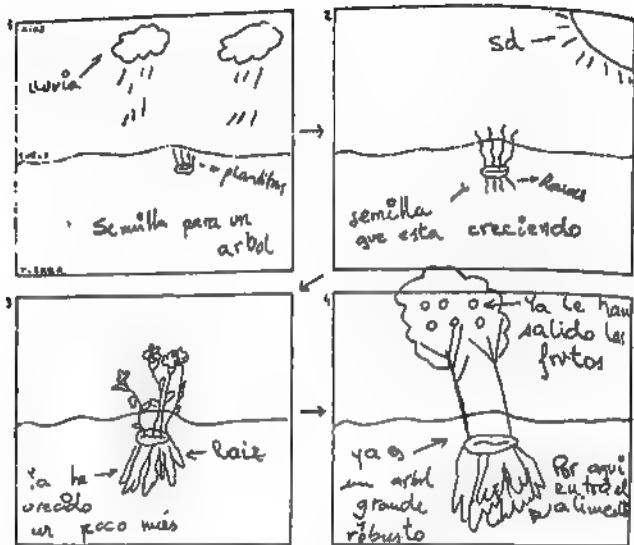


Figura 18: Dibujos de un cuestionario sobre el crecimiento de plantas (Porlán, 1985).

Perkins, D. define como "patrones de mal entendimiento" a los constructos erróneos que el alumno va gestando en el marco particular de cada campo disciplinar ante propuestas de enseñanza que se le plantean. Estas ideas no son nociones intuitivas ingenuas sino construcciones derivadas de la información, que actúan como obstáculos para avanzar en los procesos de comprensión y ponen de manifiesto algunos de los problemas en la enseñanza del Área.

Algunos ejemplos de patrones de mal entendimiento que pueden llegar a presentar alumnos de Segundo y/o Tercer Ciclo de la enseñanza obligatoria sobre el tema *nutrición en vegetales*, son:

- Las plantas obtienen su alimento del suelo.
- La clorofila es líquida y circula por la planta.
- La clorofila es el alimento de la planta.

- La clorofila hace "fuertes" a las plantas, es una sustancia vital como la sangre.
- Todas las plantas son verdes.
- No se puede dormir con plantas en la habitación (ver figura 19).
- Las plantas respiran a la inversa que los animales.
- Las plantas siempre necesitan luz para crecer y desarrollarse (aun en la germinación).
- La finalidad del proceso de fotosíntesis es purificar el aire que respiramos (visión antropocéntrica y finalista).
- Las plantas respiran sólo por las hojas.
- La fotosíntesis es la respiración de las plantas.



Figura 19: Viñeta de Tonucci, F. sobre la Fotosíntesis. En *Cómo ser niño*. Rei, Barcelona, 1989, p. 80.

El trabajo en el aula estará orientado para que cada alumno ponga en duda sus ideas, las confronte con otras, las ponga a prueba y vaya construyendo otras ideas básicas que, a modo de hipótesis de progresión, permitan direccionar nuestra propuesta de enseñanza con gradualidad y complejidad creciente. Esto se irá logrando en el transcurso de la escolaridad obligatoria, estableciéndose diferentes niveles de alcance que *podrían* corresponderse con los tres ciclos de la EGB. Veamos un ejemplo de estos niveles⁶ con relación al tema en cuestión:

PRIMER NIVEL:

- Hay diversos tipos de plantas (acuáticas, terrestres; hierbas, arbustos, árboles; musgos, helechos, plantas con flor, etc.).
- Las plantas tienen raíz, tallo y hojas.
- Muchas plantas además poseen flor, fruto y semillas.
- Estos órganos presentan diferencias y semejanzas por eso se pueden establecer distintos grupos de plantas.
- Las nuevas plantas pueden originarse a partir de semillas o de otras partes de una planta (del tallo, por ejemplo).
- Las plantas cumplen un ciclo durante el cual van cambiando.
- Las plantas para cumplir ese ciclo necesitan aire, luz, agua y suelo adecuado.
- Los tallos y las hojas crecen buscando la luz.
- Los frutos protegen a la o las semillas.

SEGUNDO NIVEL:

- Las plantas poseen almidón en sus órganos.
- Las plantas utilizan el almidón para crecer.
- El almidón le sirve a la planta como alimento.
- Las plantas elaboran el almidón que almacenan.
- Para elaborar almidón necesitan de la luz.

6. Extraído y adaptado de Bocalandro, N., Calderón, S. y otros. *Algunas reflexiones sobre los procesos de selección y organización de contenidos curriculares en Ciencias Naturales: formulación de ideas básicas*. Min. Educ. Nación. 2000.

- Las plantas pueden producir almidón, su alimento, por eso se las denomina *productores*.

TERCER NIVEL:

- Las plantas elaboran materiales complejos (azúcares) a partir de materiales más sencillos como agua y dióxido de carbono.
- Para fabricar estos materiales complejos (síntesis) se necesita un aporte de energía, que es provisto por la luz.
- La clorofila que hay en ciertos órganos de los vegetales es la encargada de captar la luz.
- La energía lumínica se transforma y queda almacenada en los materiales fabricados; cuando estos materiales se degradan, la energía que estaba almacenada en los enlaces químicos se libera.
- El proceso de fotosíntesis se lleva a cabo en el interior de estructuras especializadas de las células vegetales.

Ahora bien, el estudio de *las plantas* no tiene porqué centrarse en el tratamiento *biológico* del tema (estructura de sus órganos, funciones, clasificación, etc.) sino que debería relacionarse a otros aspectos como el *ecológico* (rol de productores, relaciones tróficas, competencia, etc.), el *físico-químico* (aire, suelo, agua, luz, composición química de la materia inorgánica y orgánica, transformaciones de la energía, etc.) o el *social* (utilidades de las plantas, vegetales transgénicos y salud humana, etc.). Es importante relacionar una temática o problemática del área con las disciplinas desde donde se la puede abordar.

El gráfico de la figura 20 (Liguori y Noste, 2001) es un ejemplo de organización de contenidos sobre *las plantas* que permitiría diseñar y establecer, de manera consensuada con otros colegas del Área, diversos itinerarios didácticos que faciliten la articulación y espiralización de dichos contenidos y su relación con los de otras áreas curriculares. En dicho gráfico, la flecha de trazo grueso muestra el abordaje desde la dimensión del *macrocosmos* hacia la del *microcosmos* dentro de una misma temática.

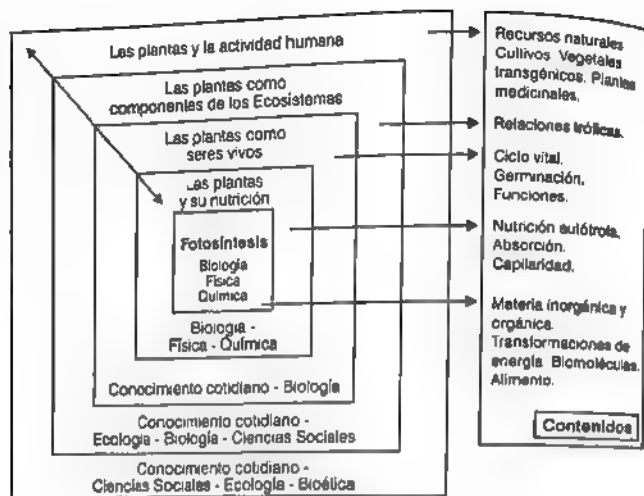


Figura 20: Organización de contenidos sobre las plantas que posibilitan la integración intra-área e inter-áreas.

Para tener en cuenta el enfoque CTS, también resulta interesante plantear situaciones problemáticas que incentiven la búsqueda de información en diversas fuentes sobre la relación entre las plantas y la actividad humana, como por ejemplo:

- ¿Qué bebidas se obtienen de plantas?
- ¿Qué plantas son útiles por sus propiedades medicinales?
- ¿Qué objetos de uso cotidiano provienen de plantas?
- ¿Qué plantas se utilizan para fabricar perfumes y fragancias?
- ¿Qué oficios y profesiones están relacionados con las plantas?
- ¿Qué plantas son comestibles en nuestra región? ¿Qué parte/s de esas plantas comemos?

Avanzando a otros niveles pueden tratarse problemas de mayor complejidad como:

- ¿A qué se denomina vegetales transgénicos?
- ¿En qué casos se utilizan actualmente?
- ¿Pueden producir trastornos a la salud?

Pero en el aula de ciencias, muchas veces, las preguntas apuntan a una única y escueta respuesta. Si queremos enseñar a pensar desde la ciencia escolar, tendremos que presentar preguntas motivadoras y, además, enseñar a nuestros alumnos a formularse preguntas. Veamos otras preguntas acerca de *las plantas*:

- Si las hojas se encargan de elaborar el alimento... ¿cómo se alimentan los demás órganos de la planta?
- ¿Cómo se alimentan los árboles que no tienen hojas durante todo el invierno?
- ¿Por qué crecen tantos parásitos lejos de la planta madre si el fruto es muy pesado para que lo lleve el viento?
- ¿Por qué razón el seibo da flores de seibo y no de jacarandá?
- ¿Por qué hay palmeras que son parecidas entre sí pero a la vez son diferentes?
- Los hongos, ¿son plantas? ¿Por qué?
- ¿Qué tipo de seres vivos son los líquenes, que viven sobre la corteza de los árboles?

Si nuestro objetivo es enseñar la estructura de una planta para que los niños construyan ideas como: "*Las plantas tienen raíz, tallo y hojas*" y "*Muchas plantas además poseen flor, fruto y semillas*" se puede organizar un trabajo de campo en algún lugar donde crezcan árboles típicos de la región.

A partir de la diversidad existente y de la observación guiada de cada ejemplar, se podrán armar cuadros de doble entrada para ordenar la información que, a través de dibujos, fotos, descripciones u otra forma de registro, permitan identificar cada especie. La figura 21 muestra un cuadro de este tipo basado en dibujos.










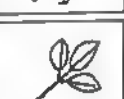

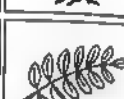








ÁRBOL	Palo Borracho	Seibo	Jacarandá	Tipa
PARTES				
Tallo				
Hoja				
Flor				
Fruto				

Figura 21: Cuadro de doble entrada sobre árboles observados en un trabajo de campo.

Para desarrollar las ideas básicas: "las plantas cumplen un ciclo en el cual van cambiando" y "las nuevas plantas pueden originarse a partir de semillas o de otras partes de una planta (del tallo, por ejemplo)", hay que buscar en la diversidad de plantas cercanas (en conocimiento) al alumno. Por esta razón pensamos que algo tan común en nuestras cocinas como son las papas, o patatas, puede ser el punto de partida para investigar en el aula ya que, en general, los alumnos de ciudades nunca han visto una planta de papa.

Se formulan situaciones problemáticas adecuadas a la edad que movilicen a los alumnos a buscar planes de acción para investigar:

- ¿Cómo es una planta de papa?
- ¿De qué parte de la planta viene la papa que comemos?
- ¿Cómo podemos obtener nuevas plantas de papa?
- ¿Cómo va cambiando la planta de papa a través del tiempo hasta que se cosecha?

Frente a estos planteos los alumnos se formulan hipótesis o anticipaciones que serán registradas por ellos mismos (escritos, dibujos) o por el docente.

Luego podrán pensar en experiencias para comprobar cada una de las hipótesis planteadas. En estos diseños se ponen en juego ideas acerca de las necesidades de las plantas, tanto en la germinación como en el crecimiento y desarrollo de la plántula.

Los alumnos registrarán sus observaciones en cuadros de doble entrada o en secuencias de dibujos o de fotografías tomadas en clase. Se plantearán otras preguntas que los alienten a nuevas investigaciones, bibliográficas y/o experimentales. Comunicarán las ideas aprendidas utilizando recursos orales, gráficos y escritos.

Es fundamental, a lo largo de estos procesos de aprendizaje, que se privilegie y estimule la curiosidad y el pensamiento divergente que caracteriza a la actividad científica.

Vemos cómo se puede partir de algo muy conocido (una papa o patata) y ampliar notablemente el campo de conocimiento desde la escuela.

Pero el saber escolar no supone suplantarse de ningún modo el significado que poseen ciertos términos en la vida diaria. En el conocimiento cotidiano la palabra "fruta" se asocia a lo que se come como postre, a una ensalada de frutas dulces, a una determinada sección de la verdulería o supermercado. En ciencia escolar, como lo muestra la figura 22, el concepto "fruto" refiere al órgano de la planta que protege la/s semilla/s.

Los pimientos, los zapallos o las berenjenas que, desde el conocimiento cotidiano llamamos "verduras", son biológicamente "frutos". También existe una gran variedad de frutos que no son comestibles.

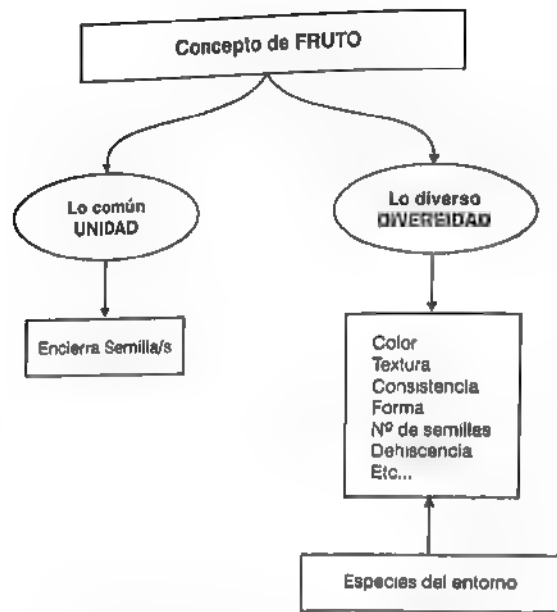


Figura 22: Metaconceptos unidad/diversidad en relación al concepto de fruto.

Para trabajar la idea básica "los frutos protegen la o las semillas", el docente puede seleccionar una diversidad de frutos y pedirle a sus alumnos que los observen, los comparen y los clasifiquen aplicando criterios propios. Luego puede sugerirles algún criterio que ellos no hayan utilizado.

Otra actividad muy motivadora es que modelicen frutos con material que el mismo docente les propone: envases de medicamentos, botones, papel, tela, piedritas de distintos tamaños, plastilina, etc. Los modelos "inventados" mostrarán si la noción básica (los frutos encierran semillas) está plasmada en ellos o no. El modelo debería reflejar la esencia del concepto que lo sustenta.

Si se quiere promover la idea básica: "Las plantas para cumplir su ciclo vital necesitan aire, luz, agua y suelo adecuado", se pueden realizar diseños de experiencias controlando variables. Planteando una situación problemática relacionada a la idea mencionada, los alumnos formularán hipótesis. Para poner a prueba estas anticipaciones propondrán dispositivos experimentales diseñados por ellos mismos.

Por ejemplo, muchos creen que la luz es un factor necesario para que las semillas germinen. Plantear esto como situación problemática para los alumnos de los primeros años, permite que ellos puedan pensar formas de comprobar sus ideas.

Una situación problemática posible de presentar a alumnos más avanzados sería: *¿Influye el remojo previo en el tiempo de inicio del proceso de germinación de X semilla?*

Para abordar esta problemática es importante tener en cuenta que el factor que debemos variar intencionalmente (variable independiente) es el "remojo previo" del cual dependerá el momento o tiempo (variable dependiente) de inicio del primer crecimiento o germinación de determinada especie de semilla. Esta situación se puede complejizar aún más si se proponen diferentes tiempos de remojo previo.

Como vemos, hacer germinadores no está bien o mal, sino que deben ser diseñados pensando estrategias para explorar ideas alternativas, para crear conflictos conceptuales o para afirmar ideas nuevas.

Ahora bien, cuando se trata de enseñar acerca de la función de fotosíntesis, se complican las cosas. La investigación didáctica sobre este tema en particular indica, por ejemplo, que la comprensión del concepto de fotosíntesis es tan contraria a la intuición que supone un nivel de abstracción y complejidad para el que se requieren múltiples nociones previas de improbable construcción en alumnos de Tercer Ciclo. Por ello, es común que los alumnos repitan frases estereotipadas como por ejemplo: "las plantas son organismos productores porque tienen clorofila y elaboran su propio alimento a través del proceso de fotosíntesis". Es probable también que, ante una serie de preguntas adecuadas, se evidencie que en realidad no comprenden en esencia lo que dicen y respondan desde sus concepciones erradas. Veamos un ejemplo tomado de una evaluación escrita sobre el tema:

Pregunta: Si las hojas hacen fotosíntesis porque poseen clorofila, ¿cómo se alimentan los órganos de la planta que no la poseen?

Respuesta: Por el alimento que absorben por las raíces.

Estos planteos y sus consecuencias en el aprendizaje hacen pensar acerca de la dificultad de abordar el tema en cuestión teniendo en cuenta que los alumnos de Tercer Ciclo están en los pasos iniciales de construcción de significados para conceptos como: energía, energía lumínica, nutrición, alimentación, sustancias inorgánicas y sustancias orgánicas, naturaleza material de los gases, etc., y otros necesarios para organizar el esquema explicativo de la nutrición de las plantas.

Cañal, P. (1997) expresa:

"Podemos decir que si se desea realizar una selección y secuenciación del contenido relativo a la nutrición de las plantas que trate de salir al paso y evitar el obstáculo de la respiración inversa, al introducir los conocimientos sobre la fotosíntesis, este proceso debería realizarse teniendo en cuenta la necesidad de contemplar, en el momento más adecuado, aspectos como los siguientes:

- *La distinción entre el nivel de organización de organismo y el nivel de organización celular. Y en este marco, relacionar y diferenciar significativamente entre respiración del organismo y respiración de las células que lo forman.*
- *El desarrollo de una concepción de la respiración como proceso cuya última finalidad es proporcionar a cada célula y al conjunto del organismo animal o vegetal la energía que este precisa para realizar sus funciones de nutrición, reproducción y regulación. Por ello no todo intercambio gaseoso estará relacionado con la respiración, sino sólo aquellos que implican la captación del oxígeno atmosférico necesario para "quemar" (en sentido analógico, pues la respiración dista mucho de ser una combustión) la materia orgánica y obtener energía útil para el metabolismo.*
- *La construcción progresiva de un modelo corporal de las plantas que permita apreciar tanto los aspectos comunes a todos los seres vivos, como las diferencias estructurales entre animales y plantas, en función de las distintas opciones evolutivas adoptadas para satisfacer unas mismas necesidades.*

- *La aproximación experiencial a los fenómenos de la nutrición vegetal, poniendo en juego la confluencia y el contraste entre saberes cotidianos y escolares, progresivamente más complejos.*
- *El desarrollo del concepto de nutrición, haciéndolo extensivo no sólo al proceso propiamente de alimentación, sino al flujo de materia y de energía que caracteriza la relación entre un ser vivo y su medio exterior. En ese esquema, ubicación de la fotosíntesis de las plantas, su sentido y lo que aporta, comparando esta opción con la propia de los animales y demás organismos heterótrofos".*

Para mejorar la secuenciación de contenidos, en este caso concreto se debe evitar el aporte excesivo de datos sobre el proceso de fotosíntesis, como las ecuaciones químicas si se memorizan sin comprenderlas; centrarse en el papel del proceso fotosintético como parte de la nutrición de las plantas dejando el intercambio gaseoso en sí, en un plano de análisis secundario; clarificar el papel funcional de los órganos de una planta, integrando progresivamente el organismo completo como sistema abierto que permite intercambios de materia y energía con el entorno.

3.2. La estructura de la materia

La construcción del concepto de materia es un objetivo a largo plazo que podemos plantearnos en la educación general obligatoria. El punto de partida debería ser el análisis de los materiales del entorno y de sus propiedades, para llegar a la idea de que *materia es todo lo que pesa y ocupa un lugar en el espacio*. Finalmente los alumnos estarán en condiciones de comprender su naturaleza discontinua y los principios que rigen sus transformaciones.

La idea de "material" (como caso particular de la materia) puede comenzar a construirse con los niños pequeños (primer nivel) a través de la observación y manipulación de los objetos que los rodean (*¿de qué están hechos?: madera, metal, vidrio, plástico*) y de sus propiedades más evidentes desde un punto de vista esencialmente cualitativo y descriptivo (*¿cómo son?: color, flexibilidad, dureza*). Recordemos que es necesario lograr la

diferenciación conceptual entre "material" y "objeto", que los niños ya están en condiciones de establecer desde el comienzo de su escolaridad obligatoria.

En un segundo nivel, un aspecto clave es la comprensión de los conceptos de peso y volumen para poder construir posteriormente el concepto de peso específico. El uso generalizado del adjetivo "pesado", tanto para referirnos al peso de un objeto como al peso específico de un material, ocasiona dificultades a tener en cuenta para orientar la conceptualización. Por ejemplo, si decimos: "No puedo levantar esta caja porque es muy pesada", nos estamos refiriendo al peso de la caja, pero cuando tomamos en la mano un trozo pequeño de plomo y decimos: "¡Es muy pesado!" (aunque pese unos pocos gramos), en realidad queremos decir: "Es pesado con relación a su tamaño", haciendo referencia al peso específico. Algo similar ocurre con la palabra "liviano".

Una vez comprendida la diferencia entre objeto y material, los niños ya están en condiciones de darse cuenta que las apreciaciones del tipo "pesado o liviano en relación a su tamaño" (peso específico) están referidas a los materiales y que hay que diferenciarlas de las que se refieren al peso del objeto.

El siguiente diálogo entre un grupo de alumnos (11-12 años) que está en el laboratorio explorando las propiedades de distintos tipos de materiales, pone en evidencia lo expresado anteriormente:

Gabriel: El plomo es muy pesado.

Mariela: No entiendo qué querés decir con que es muy pesado.

Gabriel: Que es muy duro.

Cecilia: No, una cosa es que sea pesado y otra que sea duro.

Mariela: Si ponemos este trozo de plomo en un platillo de la balanza (lo hace) y en el otro platillo bolitas de naftalina (agrega hasta equilibrar), ¿podemos decir que el plomo es más pesado que la naftalina?

Gabriel: No. Ahora pesan igual. Lo que queremos decir es que si tenemos un poquito de plomo y un poquito igual de naftalina, el plomo pesa más.

Los estados de agregación de la materia y sus características, es otra vía para la construcción del concepto de materia. La figura 23 muestra conceptos que pueden ser trabajados desde esta perspectiva, centrándose en las propiedades de cada estado y en casos concretos de cada uno de ellos.

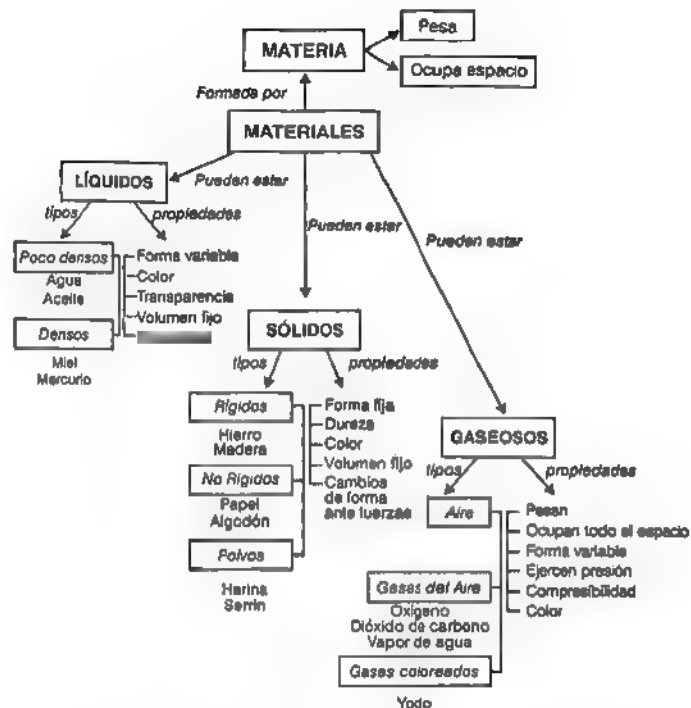


Figura 23: Trama conceptual en torno a la noción de los estados de la materia (Prieto, 2000).

Cuando ya se conocen los estados de agregación, se puede explorar el efecto de enfriar o calentar sustancias comunes como agua, manteca, chocolate, trabajando el concepto de *cambios de estado* y observando la reversibilidad de los mismos. Alrededor de los 9-10 años, mediante experiencias sencillas (por ejemplo, fusión y solidificación de la cera o del hielo), se puede comprobar la conservación del peso en estos procesos y reflexionar sobre la conservación de la sustancia, aspectos que presentan dificultades para los niños.

En un tercer nivel y partiendo de estos conocimientos de los alumnos, podremos introducir la naturaleza corpuscular de la materia y explicar sus transformaciones físicas, para lo cual resulta suficiente la *teoría cinético-molecular*. El estudio de las reacciones químicas, en cambio, requiere centrarse en los átomos que se reordenan y combinan para formar otras sustancias distintas, para lo cual basta con la *teoría atómica de Dalton*. La naturaleza eléctrica de la materia y las uniones entre átomos, requieren modelos atómicos más sofisticados que pueden abordarse con alumnos más avanzados.

En estos contenidos subyacen conceptos estructurantes del área: la *diversidad de los materiales* y la *unidad en su estructura discontinua*, es decir su composición por partículas discretas entendidas como "unidades de construcción".

Cuando se trata de poner de manifiesto las ideas que tienen los alumnos sobre la naturaleza discontinua de la materia, resultan de gran utilidad los dibujos, tal como muestra la figura 24. Los resultados permiten la posibilidad de categorizar sus representaciones en cuatro niveles:

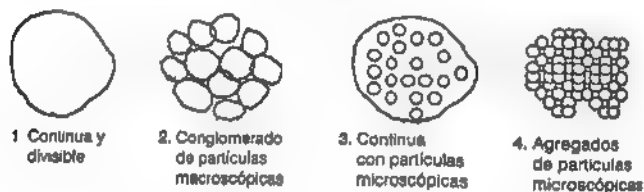


Figura 24: Preconcepciones sobre la naturaleza de la materia (Prieto, 2000).

- *Naturaleza continua, aunque divisible en partículas cada vez más pequeñas entre las cuales no existe vacío. Siendo estas partículas un estado final de un proceso de simple subdivisión, conservan todas las propiedades macroscópicas originales: los átomos de cobre son rojos, las moléculas de agua son líquidas, etc.*

- *Conglomerado de partículas macroscópicas que, al igual que en el nivel anterior, poseen las mismas propiedades macroscópicas de la materia original. La disposición de las partículas determina que no quede ningún espacio entre ellas, eliminando el conflicto que supone la aceptación del "vacío", aun después de la enseñanza.*
- *Continua pero con inclusión de partículas microscópicas. Por ejemplo, al representar la sal los alumnos dibujan un fondo continuo con granitos que son las partículas y expresan que lo que hay entre ellas "también es sal". Otras veces responden que "entre las partículas hay aire". Este modelo es producto de haber incorporado, como resultado de la enseñanza recibida en la escuela, la existencia de átomos y moléculas, lo que produce un conflicto con su modelo perceptivo continuo. Se observa que la inclusión de partículas microscópicas o "puntuación de la materia", puede referirse también a todo tipo de entidades muy pequeñas: "bichitos", partículas de otros materiales, etc., lo cual pone en evidencia la confusión existente.*
- *Agregado de partículas microscópicas. Todas las sustancias están formadas por partículas extremadamente pequeñas. Las propiedades macroscópicas de las sustancias pueden ser explicadas en función de las características de esas partículas y de su comportamiento.*

La figura 25 muestra ejemplos concretos de dibujos elaborados por alumnos de 8º Año de EGB ante el siguiente problema planteado en clase de Ciencias Naturales:

¿Cómo se vería el interior de una piedra si pudieras observarla con anteojos "mágicos" de un enorme aumento?

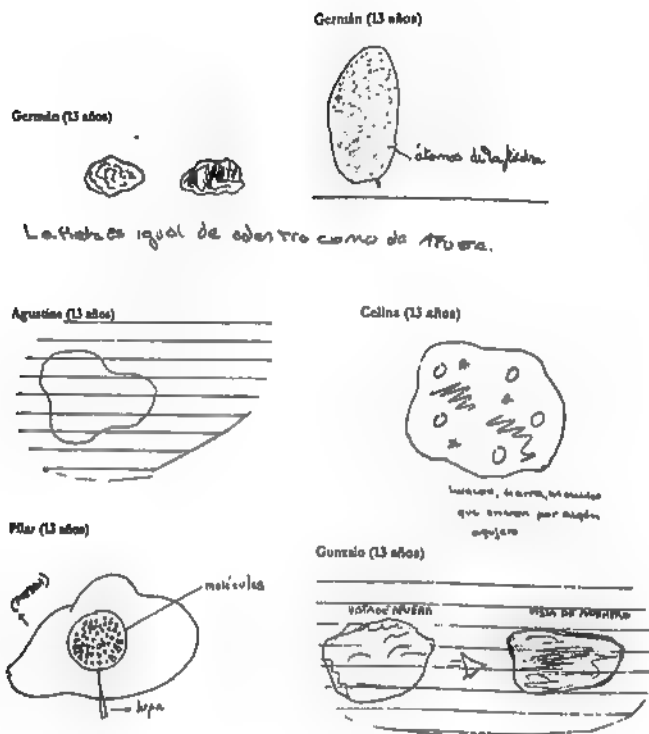


Figura 25: Preconcepciones sobre la naturaleza de la materia en nuestros alumnos.

El análisis de estas representaciones muestra una correspondencia mayor que la esperada con la primera categoría, teniendo en cuenta que el año anterior ya habían recibido alguna enseñanza sobre el modelo de partículas. Los alumnos no abandonan fácilmente sus ideas; a lo sumo tienden a mezclar

la nueva información con ellas, construyendo una concepción “mixta”, en la cual el modelo científico queda distorsionado.

Es necesario tener en cuenta que la pregunta planteada puede ser tomada por los alumnos al pie de la letra sin captar la analogía que encierra. Esto los induciría a creer que las moléculas son trozos de materia muy pequeños, visibles con instrumentos muy potentes o mágicos, lo cual debe ser aclarado suficientemente por el docente que decida utilizarla.

Evidentemente el aprendizaje de la naturaleza corpuscular de la materia requiere de un proceso de desarrollo progresivo, ya que la transición desde un modelo continuo a uno discontinuo supone un importante cambio en la visión del mundo físico. El primero se origina en la percepción directa, mientras que el segundo es un modelo abstracto ideado por los científicos, que se contradice aparentemente con el anterior.

Para realizar la adecuación de las teorías científicas al nivel de nuestros alumnos, es necesario tener bien claro las ideas básicas que consideramos pertinentes que los alumnos construyan. A modo de ejemplo, sugerimos algunas de ellas, correspondientes a una versión escolar de la teoría que explica la naturaleza de la materia:

- La materia, cualquiera sea su estado, está formada por unas pequeñas partículas que no se pueden ver, a las que se denomina moléculas.
- Entre las moléculas no hay nada (vacío).
- Cada sustancia está formada por un tipo distinto de moléculas.
- Cada tipo de moléculas tiene masa, tamaño y forma propios.
- Las moléculas están en continuo movimiento.
- Cuando aumenta o disminuye la temperatura de un cuerpo, es porque la velocidad media de sus moléculas aumenta o disminuye.
- Entre las moléculas existen fuerzas atractivas, cuyo valor depende del tipo de molécula y de la distancia entre ellas. Si se acercan demasiado, aparecen fuerzas repulsivas.

Esta versión escolar de la teoría cinético-molecular no recoge todos los conocimientos que actualmente existen acerca de la estructura de la materia, pero las simplificaciones efectuadas se justifican desde el punto de vista

didáctico: facilitar la comprensión de un tema abstracto y complejo. Sólo así será posible que los alumnos relacionen los fenómenos cotidianos ligados a sus experiencias respecto al mundo físico (*mesocosmos*), con el conocimiento científico correspondiente que se refiere a entidades no observables cuya existencia sólo puede concebirse en el *microcosmos*.

En el contexto escolar se puede entonces identificar *partículas con moléculas*, sin tener en cuenta a otras entidades básicas que componen a las sustancias, como pueden ser los átomos y los iones. La distinción de los diferentes tipos de partículas no es en principio necesaria para introducir la teoría. Con la utilización de términos que carecen aún de significado preciso para los alumnos, la teoría perdería gran parte de su simplicidad.

En algunos textos escolares se opta por emplear la idea más general de *partícula*, sin identificarla con ninguna en especial. El problema que puede presentarse en este caso, es la existencia de otras acepciones del término que son utilizadas por los alumnos a nivel macroscópico (pequeñas porciones de materia tales como partículas de polvo), lo que podría generar dificultades en la diferenciación de niveles de descripción (*mesocosmos* y *microcosmos*) de los fenómenos. La utilización del término *moléculas*, en cambio, no tiene un referente en el mundo experiencial de los alumnos.

Conforme el alcance que pretendemos tenga esta teoría para alumnos de 12-14 años, una molécula puede ser concebida como una esfera rígida, semejante a una pequeña bolita, capaz de moverse, de chocar con otras, y de ejercer fuerzas entre sí cuando están próximas. El enfoque y la profundidad con que se puede tratar el tema de las fuerzas intermoleculares, dependerá de los conocimientos previos de los alumnos sobre el concepto de *fuerza*. Quizás resulte más conveniente comenzar planteando el carácter atractivo de las fuerzas entre las moléculas como una propiedad de las mismas, sin hacer referencia a sus causas o razones. Las fuerzas de repulsión podrían explicarse como resultado de la imposibilidad física de que las moléculas (entendidas como esferas rígidas) se superpongan unas a otras.

La adaptación escolar para alumnos de estas edades requiere trabajar con un conjunto no muy extenso de ideas simples que se irá ampliando gradualmente. Las ideas de *molécula* (como constituyente de la materia),

la de *vacío* y la de *movimiento molecular* son las que se sugieren introducir primero.

El hecho de tener que asumir que la materia, más allá de su apariencia visible, está formada por pequeñas partículas que se encuentran en continuo movimiento y entre las cuales no hay absolutamente nada, implica entre otras cosas, la aceptación de lo inobservable. Aunque los alumnos lleguen a vislumbrar en algunas situaciones la posibilidad de una realidad discontinua oculta, tienden a regresar a sus ideas primitivas, debido a la dificultad que subyace en la aceptación y representación del *microcosmos*. El mundo de los átomos, las partículas y las moléculas no encajan en el universo tal como ellos lo conocen, por eso no debe sorprendernos que no puedan relacionar las ideas que les proponemos en la escuela con su propia experiencia.

Las concepciones de los alumnos pueden proporcionarnos "*pistas*" para diseñar propuestas didácticas más pertinentes, acordes a las posibilidades de aprendizaje de ese momento. Las conexiones entre las experiencias *macroscópicas* y las correspondientes explicaciones *microscópicas* son muy útiles. Una experiencia usada habitualmente para ello, es observar cómo una gota de tinta o un cristal de sulfato de cobre colorea paulatinamente el agua de un recipiente. Hay que tener en cuenta que sus concepciones constituyen la "teoría" según la cual interpretan la realidad, por lo que no debe sorprendernos que sus ideas acerca de las propiedades de la materia como el gusto, el color, el olor, los lleven a "*ver*" en esa experiencia, distinto de lo que nosotros pretendemos mostrarles. Así, frecuentemente, su interpretación de este fenómeno coincide con la siguiente: "*el de la tinta se disuelve en el agua y tiñe a las moléculas de ésta*".

Antes de introducir a los alumnos en el nivel *microscópico*, proporcionarles una gran variedad de experiencias para que trabajen en nivel *macroscópico*, manipulando materiales, describiendo sus propiedades y los cambios que se producen en ellos, etc. Consideramos que *el modelo de partículas* debiera ser presentado solamente cuando sea necesario para ayudarlos a comprender sus experiencias, es decir cuando les sea útil para entender mejor el mundo que los rodea y no como una idea científica que "*deben*" saber.

Si en una secuencia didáctica nos limitamos a presentar el concepto científico con la evidencia necesaria y no damos oportunidades para su consolidación y elaboración, es probable que muchos alumnos vuelvan a sus concepciones anteriores, ya que no basta una evidencia experimental para justificar su rechazo. Es necesario que presentemos un número suficiente de actividades que les exijan considerar sus nuevos conocimientos para explicar situaciones diversas.

Insistiendo en la relevancia que deben poseer los contenidos escolares para el logro de aprendizajes significativos, consideramos especialmente útil trabajar con problemas relacionados a situaciones cotidianas: evaporación del perfume sobre la piel, "desaparición" de los charcos de agua después de la lluvia, secado de la ropa tendida, disolución del azúcar en el agua, etc.

La explicación de las propiedades de los distintos estados de agregación de la materia y de ciertos fenómenos físicos como los cambios de estado y las disoluciones, constituyen contextos apropiados para que los alumnos apliquen la teoría cinético molecular. Así por ejemplo, se pueden interpretar las propiedades del estado gaseoso, como lo muestra la figura 26.

HECHOS	INTERPRETACIONES
Los gases no tienen forma ni volumen determinados.	Las moléculas se mueven libremente y las interacciones son débiles.
Los gases pueden comprimirse fácilmente.	La existencia de grandes espacios entre las moléculas, permite que éstas puedan acercarse considerablemente.
Los gases ejercen presión.	Los desplazamientos desordenados de las moléculas producen choques entre ellas y con las paredes del recipiente.

Figura 26: Cuadro de hechos y observaciones acerca de los gases.

Las propiedades de los estados sólido y líquido se pueden tratar después, comparándolas con las de los gases. La compresión, la expansión, el que

tengan o no forma y/o volumen fijos y la dilatación, permitirán destacar mejor las diferencias.

Los cambios de estado constituyen otro contexto en el que la teoría cinético-molecular muestra su potencial explicativo. Se puede comenzar por la fusión y la solidificación, en las que no se aprecia una "desaparición" de sustancia, para continuar con la vaporización, diferenciando los dos procesos: la evaporación y la ebullición. Se puede finalizar esta secuencia con el paso de sólido a gas, el caso del yodo o de la naftalina, ejemplos llamativos comunes en la bibliografía habitual.

Algunas ideas básicas que los alumnos deberían construir con relación a este tema, podrían ser:

- En los cambios de estado se conservan la sustancia y la masa, porque desde el punto de vista molecular sólo se modifica la separación de las moléculas como resultado de la relación entre las fuerzas de atracción y la agitación térmica.
- La temperatura a la cual se producen la fusión o la ebullición son propiedades características de los sólidos y líquidos porque dependen del valor de las fuerzas de atracción entre las moléculas, que es distinto para cada tipo de sustancia.
- La temperatura de fusión o la de ebullición de una sustancia se mantiene constante mientras se produce el cambio de estado, porque el calor que es aportado al sistema en ese momento, se invierte en hacer que todas las moléculas adquieran suficiente energía para superar las fuerzas de atracción.
- El paso del estado líquido a gaseoso puede ocurrir también a temperaturas mucho más bajas que la correspondiente a la ebullición. A este proceso se lo llama evaporación y nos ayuda a comprender fenómenos cotidianos como la "desaparición" de los charcos de agua después de la lluvia, el secado de los platos por sí solos cuando dejamos que se escurren...

A esta edad los alumnos están en condiciones de formular hipótesis, diseñar experiencias, elaborar tablas, gráficos e informes, por lo que podría

plantearse la realización de pequeñas investigaciones en forma cada vez más autónoma, destinadas a comprobar el efecto de alguna variable (cantidad de agua, superficie de contacto con el aire, presencia o ausencia de viento...) en la velocidad de evaporación relacionando los resultados con hechos de la vida diaria.

La utilización en el aula de versiones simplificadas de teorías y modelos, posibilita apreciar su potencialidad explicativa y predictiva, reconocer cuándo se están describiendo hechos y fenómenos observables y cuándo se están realizando interpretaciones con conceptos provenientes de un marco teórico.

Generalmente los alumnos tienen dificultades para diferenciar la realidad de los *modelos* que elaboran los científicos para intentar explicarla. Las entidades teóricas como *molécula*, que utiliza la ciencia, son consideradas por los alumnos como entes reales, que no se pueden ver, pero que la investigación científica y la tecnología han ayudado a "*descubrir*". Conseguir que los alumnos comprendan cómo la ciencia construye sus explicaciones, constituye uno de los objetivos más importantes de la enseñanza de las ciencias en este ciclo, y el abordaje de la naturaleza de la materia brinda una buena oportunidad para ello. Aunque la ciencia escolar presente a las moléculas como elementos reales, imaginados como bolitas esféricas, es necesario enfatizar que se trata de un concepto definido dentro de un marco teórico en el cual nos movemos, explicamos e interpretamos las propiedades macroscópicas de la materia.

En investigaciones acerca de las concepciones que poseen los alumnos de entre 12 y 15 años sobre la naturaleza de la ciencia, se pone en evidencia la creencia de que el conocimiento científico es absoluto y que el objetivo primordial de los científicos es "*descubrir*" las leyes que son verdades latentes que se encuentran en la naturaleza. Esta falta de información va acompañada de una visión absolutista y simplista del carácter de las teorías científicas (mito de la verdad absoluta), que se originan a partir de hipótesis que son comprobadas fehacientemente. La enseñanza de la naturaleza de la ciencia debe partir de los conocimientos que los alumnos tengan sobre ella, los científicos y el papel de las teorías, los modelos y los experimentos.

Precisamente un esquema básico para comprender la naturaleza de la

ciencia, consiste en reconocer las diferencias entre los *aspectos empíricos* (hechos, datos u observaciones) y los *interpretativos* (teorías y modelos).

Por último, también es importante recordar que la evolución histórica del conocimiento acerca de la naturaleza de la materia fue motivo de debate durante muchos siglos y que la incorporación del modelo de partículas, que solemos presentar en clase como un hecho fuera de toda discusión, exigió una lenta y difícil acomodación de preconceptos.

3.3. Una propuesta integradora: Los alimentos

Entendemos por alimentación la obtención de sustancias que aportan materia, energía, o ambas, y que permiten a los seres vivos crecer y desarrollarse. Estas sustancias contenidas en los alimentos son necesarias para los organismos como materia prima de los procesos de crecimiento y reparación del cuerpo y como fuente de energía para impulsar la maquinaria biológica. Así, en la compleja trama de los ecosistemas, los diversos seres vivos que los habitan mantienen entre sí relaciones basadas en el pasaje de alimento, a las que denominamos redes tróficas o redes alimentarias. Vemos en la figura 27 una trama de contenidos sobre *los alimentos*.

Posibles situaciones problemáticas para trabajar en el aula

¿DE DÓNDE VIENEN LOS ALIMENTOS QUE COMEMOS?

- ¿Qué procesos siguen los alimentos hasta llegar al mercado?
- ¿Saben de qué se hace el jamón, los fideos, el helado de vainilla?
- ¿Cómo se elabora el pan? ¿y el queso? ¿y el dulce de leche? ¿y el yogur? ¿y la manteca?
- ¿Qué cultivos de nuestra provincia nos proveen alimentos?

Contenidos conceptuales involucrados:

- Necesidad de utilizar racionalmente los recursos naturales.
- Actividades humanas que modifican el ambiente.
- Tipos de materiales. Procedencia y uso de los materiales.
- El suelo como recurso natural.
- Cambios naturales y cambios propiciados por el hombre.

¿QUÉ CAMBIOS PUEDEN EXPERIMENTAR LOS ALIMENTOS?

- ¿Qué hacemos con los alimentos en casa?
- ¿Por qué hacer dulces es una forma de conservar las frutas?
- ¿Qué procesos se realizan para elaborar tomates en conserva? ¿En qué tipos de envases se los puede comercializar?
- ¿Por qué la comida se pone fea?
- ¿Qué les sucede a los distintos alimentos cuando transcurre el tiempo? ¿La leche cambia? ¿Qué es lo que cambia? (Color, olor, aspecto.)
- ¿Qué pasa con el queso cuando lo dejamos fuera de la heladera? ¿Y con los huevos? ¿Y con una lata de choclo?
- ¿Qué se puede hacer para conservar los alimentos?
- ¿Cómo se conservaban los alimentos cuando todavía no se había inventado la heladera eléctrica?
- ¿Por qué se cocinan algunos alimentos antes de comerlos?
- ¿Por qué se le agrega limón a la manzana rallada?

Contenidos conceptuales involucrados:

- Interacciones tróficas.

- Acción de los descomponedores.
- Características que permiten diferenciar entre vivo y no vivo.
- Cambios.
- Higiene de los alimentos. Prevención de enfermedades.
- La acción de bacterias y hongos.
- Cambios naturales y cambios propiciados por el hombre.
- Efectos del calor.
- Transformaciones químicas.

¿QUÉ PODEMOS TENER EN CUENTA PARA DIFERENCIAR UNOS ALIMENTOS DE OTROS?

- ¿Qué alimentos se pueden disolver en agua?
- ¿Cuánto azúcar se puede disolver en una taza de leche?
- La sal ¿se disuelve mejor en agua fría o en agua caliente?
- ¿Qué partes de las plantas comemos?
- ¿Cómo se pueden separar las lentejas de los garbanzos?
- ¿Por qué algunos alimentos se denominan dietéticos y/o livianos?

Contenidos conceptuales involucrados:

- Materiales sólidos y líquidos.
- Propiedades de los materiales.
- Flotación.
- Sistemas materiales. Métodos de separación.
- Soluciones y dispersiones. Efectos de la temperatura en la solubilidad. Cambios de las propiedades del agua por el agregado de solutos.
- Introducción a la diversidad vegetal. Similitudes y diferencias en plantas y órganos que forman parte de ellas.
- Similitudes y diferencias entre flores, frutos y semillas.

¿TODOS COMEMOS LO MISMO?

- ¿Qué cambios se dan en la alimentación de un bebé durante el primer año de vida?
- ¿Nos alimentamos mejor que como lo hacían nuestros abuelos?

- ¿Qué comidas son típicas de distintas regiones de nuestro país?
- ¿Preparamos las mismas comidas en las distintas estaciones del año?
- ¿Qué comemos durante una semana?
- ¿Qué deberíamos comer?
- ¿Qué debemos tener en cuenta para elegir los alimentos que vamos a consumir?
- ¿Qué comen las mascotas?
- ¿Qué alimentos le dan a los animales en un zoológico o en una reserva?
- ¿Qué comen los carpinchos? ¿y los gorriones? ¿y los zorros?
- ¿Por qué a veces decimos de alguien que "come como un pajarito"?
- ¿Cuánto come un picaflor?
- ¿Por qué hay gente que pasa hambre?

Contenidos conceptuales involucrados:

- Similitudes y diferencias entre necesidades alimentarias de niños y adultos.
- Interacciones tróficas. Cadenas alimentarias.
- Diversidad animal. Comportamiento en relación con la alimentación.
- El cuidado de nuestro cuerpo: la alimentación.
- Actividades humanas que modifican el ambiente.
- Necesidad de utilizar racionalmente los recursos naturales.
- Alimentos y alimentación. Requerimientos básicos y dietas.

¿QUÉ NECESITAMOS PARA MANTENERNOS VIVOS?

- ¿Qué ocurre con la comida y la bebida en nuestro cuerpo?
- ¿Para qué sirve lo que comemos?
- ¿Qué ocurre cuando comemos alimentos en mal estado?
- Si fueras el encargado de evitar que se contaminen los alimentos de un restaurante, ¿qué indicaciones les darías a los empleados?
- ¿Por qué es importante leer las etiquetas de los alimentos envasados?

Contenidos conceptuales involucrados:

- Localización de los órganos y sistemas de órganos involucrados en la nutrición del hombre.

- El cuidado de nuestro cuerpo: la alimentación. Higiene de los alimentos.
- Interacciones entre los seres vivos y con el ambiente.
- Transformaciones de la materia.
- Las funciones de nutrición.
- Alimentos y alimentación. Requerimientos básicos.

Las problemáticas anteriores pueden ser planteadas en ambos ciclos variando el nivel de profundidad con que se aborden. Por ejemplo, la problemática: *¿Qué cambios pueden experimentar los alimentos?* se centrará en 1º ciclo en el reconocimiento de los cambios en las propiedades organolépticas (color, sabor, olor, textura), mientras que en 2º ciclo se pueden formular explicaciones acerca de las causas del cambio.

Otras opciones:

La propuesta de trabajo puede centrarse en algún alimento en particular y problematizar aspectos relacionados con él. Por ejemplo en relación con el aceite:

- ¿De dónde se puede obtener aceite?
- ¿Qué tipos diferentes de aceites comestibles hay?
- ¿Todos tienen las mismas características?
- ¿Qué es más "pesado", el aceite o el agua?
- ¿Cómo podemos reconocer experimentalmente si un alimento contiene aceite?

Como ejemplo de una actividad que permita manipular la información, organizarla e interpretarla de una manera determinada, planteamos la siguiente para Segundo Ciclo de E.G.B. sobre el contenido conceptual: "Alimentos y alimentación". La misma está basada en la información que aportan los textos de las etiquetas y envases de alimentos a la venta, según el cuadro de la figura 28.

Información	Detalle	Ejemplo
Nombre del producto	Alimento contenido en el envase y no la marca comercial	Harina de maíz, caballa, fideos, galletas...
Ingredientes	Componentes, incluyendo conservantes, colorantes, etc.	Aceite vegetal, proteínas, ácido benzoico...
Contenido neto. Peso, volumen o número de unidades.	Según el producto el peso puede ser neto y escurrido, o considerado por unidades.	Peso neto: 1 Kg. Peso escurrido: 700 grs. 250 cm ³ /1 litro / ½ docena
Conservación	Instrucciones para que el producto pueda mantener sus condiciones óptimas para el consumo. En algunos productos no es necesario.	Conservar en heladera. Manténgase en lugar seco. Proteger de la luz.
Modo de empleo/ uso/preparación	Es obligatorio en el caso que su omisión pueda causar una incorrecta utilización del mismo.	Calentar a baño María. Servir frío.
Fecha de elaboración	Indica cuándo se elaboró/ envasó el producto.	Elaborado 05/02/04.
Fecha de vencimiento	Indica el límite de tiempo a partir del cual el consumo del producto puede ser peligroso para la salud.	Consumir antes del 11/2/2004.
Fecha aconsejada para consumo	El consumo de ciertos productos una vez transcurrida la fecha señalada no es necesariamente nocivo, pero puede haber perdido cualidades óptimas.	"Consumir preferentemente antes de..."
Número del lote	Identifica el número del lote de fabricación.	Lote N° 26
Identificación de la empresa	Nombre, dirección, registro sanitario u otros datos del fabricante.	Industria Láctea Verdú. Cardales 645. Rosario.

Figura 28: Información que pueden aportar las etiquetas de los envases de alimentos.

Contenidos conceptuales:

- Alimentos. Su composición y conservación.

Contenidos procedimentales:

- Búsqueda de información.
- Registro de datos.
- Comparación.

Contenidos actitudinales:

- Pensamiento divergente.

Situaciones problemáticas:

- ¿Qué alimentos se guardan en las conservadoras/ heladeras comerciales?
- ¿Los pickles y las aceitunas se deben guardar en la conservadora/ heladera? Fundamenta. ¿En qué medio líquido están envasados estos alimentos?
- ¿Cuántas variedades de leche hay a la venta en los comercios de barrio? ¿Qué ingredientes tienen en común? ¿En qué se diferencian? (No tener en cuenta la marca comercial).
- ¿Qué diferencias de composición puedes establecer entre una harina en polvo y otra líquida?
- ¿Qué diversidad de alimentos se venden en latas? Elige 5 de ellas que tengan al menos 2 ingredientes comunes. Anota 3 alimentos que no tengan ningún ingrediente en común.
- Para resolver en grupo: Si nos fuéramos de campamento por una semana y no disponemos de heladera:
 - Elaboren una lista de 10 alimentos que sería conveniente llevar.
 - ¿En qué información se basaron para la elección?
 - Comparen su lista con la de otros grupos y anoten las coincidencias.

Como vemos, esta temática ofrece múltiples alcances en su tratamiento. Las estrategias docentes estarán centradas en plantear este tema a partir de problemáticas cercanas a la realidad del alumno, que desencadenen las preguntas necesarias para entrar en lo disciplinar, incluso no limitándose a las Ciencias Naturales.