

---

## Las situaciones problemáticas en los textos escolares de biología antes y después de la reforma educativa

---

Norma B. Sánchez\* y Consuelo Escudero\*\*

\*. Profesorado de Biología. Instituto de Enseñanza Superior "Dra. Carmen Peñaloza".  
Santiago del Estero 56 (sur) - Capital - 5400 - San Juan.

\*\* . Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan. Avenida Libertador General San Martín 1109 (oeste) - Capital - 5400 - San Juan. E-mail: cescude@unsj.edu.ar

### Resumen

Frente a las nuevas concepciones epistemológicas y psicopedagógicas, surge "la resolución de problemas" como uno de los modelos didácticos que permite a los alumnos la adquisición de conocimientos significativos. Por lo que se plantea una investigación sobre las características de las situaciones problemáticas encontradas en los libros de texto escolares de Biología. Este trabajo se basa en la sistematización del análisis de la resolución de los problemas propuestos en doce libros de texto. La mayor parte de los problemas analizados poseen nivel de formulación textual, nivel de transformación cerrado, con lenguaje formal, no permiten el trabajo de concepciones alternativas, el método de resolución es generalmente verbal, el contenido puro, de contexto natural y admiten, en general, el análisis funcional. Otro aspecto tenido en cuenta es el análisis comparativo de la evolución de algunas propuestas editoriales, pudiendo distinguirse tres clases según se considere: su edición en relación con la Reforma Educativa, y el tratamiento que se da a los temas abordados.

### Abstract

New epistemological and psychopedagogical ideas yield didactical models in meaningful learning area. As one of these models, problem solving allows students to get meaningful knowledge. It proposes a research about problem solving characteristics that appear in biological schoolbooks. This work bases on the systematisation of the problems found in twelve schoolbooks and on the developmental comparison between some editorial offers. The founded data show a great deal of close problems, a predominance of formal mental speech, with little possibilities of work with alternative conceptions, a predominance of natural context problems and possibilities of functional analysis. Likewise, three kinds of editorial offers could be recognized in agreement with the date of edition and with the treatment of the subjects along EGB.

### Introducción

Enseñar ciencias implica, entre otros aspectos, establecer puentes entre el conocimiento, tal como lo expresan los científicos a través de textos, y el conocimiento que pueden construir los alumnos. Para conseguirlo es necesario reelaborar el conocimiento de los científicos de manera que se pueda proponer al alumno en las distintas etapas de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

El libro de texto juega un papel preponderante en la enseñanza de las distintas disciplinas, por cuanto es una vía de acceso a la comprensión de los conceptos de las mismas. Por ello, los docentes a la hora de planificar la tarea escolar, realizamos la selección de contenidos y activi-

dades, tomando los libros de texto que tenemos a nuestro alcance.

Las situaciones problemáticas no eran hasta hace poco una actividad con presencia en la clase de Biología. Hoy su valor formativo comienza a ser reconocido. Sin embargo, en la mayoría de los casos, no se analiza de manera crítica y reflexiva lo que se espera lograr con la resolución de las mismas, sino que se dan sólo después del desarrollo de temas que implican el uso de expresiones simbólicas (Contreras, 1993) como parte complementaria de la teoría.

Una variada literatura (Contreras, 1993; Guisasaola et al., 1997) ha mostrado que la enseñanza habitual de la resolución de problemas en Ciencias basada en la resolución de "problemas-tipo" sobre aspectos conceptuales y es-

estructurales no ha cumplido con objetivos principales como el aprendizaje significativo. Contreras (1993) afirma que en las clases observadas en su estudio se "privilegia" la memorización de rutinas, taxonomías, algoritmos y leyes, viéndose imposibilitados los alumnos de construir un "sistema de significados" que sea coherente y eventualmente les permita hablar en el lenguaje genuino de la ciencia.

Este trabajo consiste, entre otras cosas, en brindar herramientas de análisis para los docentes, de modo tal de ampliar los criterios de selección de los problemas, teniendo en cuenta que existen distintos fines educativos, poner en acción las estructuras que favorecen el desarrollo y el aprendizaje de procedimientos, destrezas y actitudes científicas contemplados en el currículum de Biología.

### Marco teórico

El intenso ritmo con que aumentan los conocimientos científico - tecnológicos hace que se enfatizan los esfuerzos hacia el desarrollo de competencias que habiliten una serie de habilidades complejas, necesarias para la transformación de los conocimientos.

Este marco de condiciones culturales y tendencias educativas propicia la aparición del paradigma de "enseñar a pensar", paradigma en el que se entiende la educación como un proceso en el cual los estudiantes se hacen autónomos para interpretar, procesar, utilizar y crear la información, así como para producir los artefactos y "mentefactos" necesarios para el desarrollo de sus comunidades. Es dentro de este paradigma donde se ubica el modelo de enseñanza de resolución de situaciones problemáticas y la línea de investigación en resolución de problemas y desarrollo de la creatividad (García, 2000).

La enseñanza de situaciones problemáticas concibe el conocimiento como un proceso en el cual se desarrollan formas de pensamiento, es decir, formas de realidad, y en el que interviene y se desarrolla la creatividad. Este proceso consiste en un sistema de procedimientos y métodos basado en la modificación del tipo de actividad del pensamiento, en el que se propone al alumno situaciones problemáticas, que le conduzcan a la construcción del conocimiento y al

desarrollo de sus habilidades de pensamiento básicas y superiores, en lugar de ejercicios de mecanización; y se le exige pensar, participar, proponer y diseñar, es decir, activar su mente en lugar de callar, oír, escribir y memorizar, que es lo usual en la enseñanza tradicional (García, 2000).

Hasta hace unos años la Biología, como disciplina en el Nivel Medio, consistía en el abordaje de temas como: Ecología, Biología General, Anatomía humana, etc.; con un enfoque descriptivo de los conocimientos teóricos, basándose en un modelo expositivo de transmisión verbal y sin tener como propósito la comprensión. En la actualidad, frente a nuevas concepciones epistemológicas y psicopedagógicas, esta modalidad tiende a desaparecer y se instalan modelos didácticos que permiten a los alumnos adquirir conocimientos significativos, así como utilizar y transferir los mismos a situaciones cotidianas (Ministerio de Educación de la Nación, 1997).

En la literatura de Educación en Ciencias, el término *modelo* aparece con frecuencia y asume diversos sentidos. El uso del mismo en sus diferentes acepciones ha sido tema de investigación. Colinvaux (1998) construyó un conjunto de cinco categorías: modelo mental, modelo concensual, meta-modelo, modelización como objetivo educacional y modelo pedagógico; con el objeto de evidenciar los diferentes usos otorgados en distintas publicaciones. Asimismo, uno de los sentidos en que el término modelo se ha utilizado en la literatura internacional es como modelo construido con el propósito de promover la educación. En un sentido amplio, incluye los procesos de mediación didáctica, es decir, los procesos de transformación de conocimiento científico en conocimiento escolar. Mientras que en un sentido estricto, el modelo pedagógico o didáctico se ha referido a la representación simplificada de una idea, objeto, evento, proceso o sistema que se constituye en objeto de estudio, con la finalidad de facilitar la comprensión significativa de estos mismos, por parte de los alumnos (Ibid).

Entre los modelos pedagógicos más representativos se encuentran: "el aprendizaje como cambio conceptual", "la influencia en el apren-



dizaje del clima del aula”, “la resolución de problemas”, etc.

En lo referido a la resolución de situaciones problemáticas, resulta difícil establecer el significado preciso de problema. Acordando con el concepto propuesto por Sigüenza y Sáez (1990) al respecto, cada individuo, dependiendo de su propio conocimiento, su personalidad y las estrategias o recursos de que disponga verá una situación como ejercicio o como problema. Se entiende como “*ejercicio*” a la situación cuya solución se alcanzará con un procedimiento meramente reproductivo; y como “*problema*” a aquel que requiere análisis de los hechos y razonamiento para elaborar la estrategia a seguir de modo de obtener datos, procesarlos, interpretarlos y llegar a una conclusión.

Según lo expuesto por Pozo (1994), el alumno tiende a abordar los problemas escolares del mismo modo que aborda los problemas cotidianos, centrandos sus esfuerzos en alcanzar el resultado correcto y olvidándose de la comprensión del proceso. Esto lleva a la desvalorización implícita de la enseñanza de procedimientos básicos que una vez aprendidos y utilizados potencien procedimientos científicos más complejos. Se hace necesario, ampliar el ámbito y el carácter de las situaciones problemáticas si se desea lograr el desarrollo de competencias para la transformación de los conocimientos en Ciencias Biológicas.

Se desea rescatar el valor educativo de una resolución de problemas y de ejercicios que busque la comprensión y la significación en espacios en que sean necesarias y que no se limiten al reconocimiento y a la reproducción. Se acepta al proceso de resolución como aquel que implica la superación de errores y el entendimiento de los resultados del trabajo científico. Un problema debe ser una herramienta que capacite a los alumnos y las alumnas en la organización conceptual de la información recibida, la argumentación y comunicación de sus conocimientos elaborados a través de su resolución (Pozo y Gómez, 1998).

En Biología, sobre todo en el área de Genética, los planteamientos suelen ser cerrados, requiriendo una manipulación directa de los datos y tener una resolución consistente en la aplicación de algoritmos (Ayuso et al., 1996) mientras que en

otras áreas los planteamientos son escasos o nulos.

Esta situación se está tratando de cambiar a favor del trabajo, en el aula, con problemas de tipo abierto que involucren el análisis de datos, la búsqueda de estrategias adecuadas en el campo de los conocimientos teóricos, la emisión de hipótesis explicativas que relacionen los conceptos que se deben aplicar, la realización del trabajo que ponga a prueba la hipótesis, la interpretación de los resultados obtenidos, la justificación mediante el razonamiento del procedimiento seguido, etc.

De este modo, consideramos que la actividad de resolución de situaciones problemáticas permite el desarrollo de importantes procedimientos científicos que no suelen promover otras actividades más tradicionales en las aulas de Biología. Éstas se han mostrado claramente insuficientes para conseguir el desarrollo de los distintos tipos de contenidos propuestos actualmente en los currículos de Ciencias.

Ante lo expuesto, surge el planteamiento de una investigación de carácter básico sobre las características de las situaciones problemáticas encontradas en los libros de texto de Biología del Nivel Medio, del Tercer Ciclo de la EGB y de la Educación Polimodal, con los que cuenta el docente al momento de planificar la tarea del aula. Profundizar, ahora, lo que es una situación problemática y cual es su papel en la enseñanza de la Biología, puede ser bastante complejo, llevándonos a delimitar su alcance. El trabajo consiste principalmente en:

- La sistematización del análisis de la resolución de problemas propuestos en los libros de texto escolares, con el objeto de ampliar la base de datos interactiva que pueda ser usada como herramienta de análisis para los docentes, ya propuesta por uno de los autores (1998, 2000) en el área de las Ciencias Experimentales (Física).
- Un análisis comparativo de la evolución de algunas propuestas editoriales en los últimos años.
- Y, la búsqueda de la existencia de una base estructural común al planteamiento de situaciones problemáticas en el área de las Ciencias Naturales.

## Metodología

La asignatura Biología se dictaba en cuatro años del Nivel Medio. En cada uno se abordan diferentes temas: Ecología, Biología General, Anatomía Humana y Educación para la Salud. Cada área se trataba en textos separados. Luego de la Reforma Educativa, Biología pasó a integrar las Ciencias Naturales y se dicta en los tres años del Tercer Ciclo de la E.G.B. y hasta en los tres años de la Educación Polimodal, dependiendo de la modalidad.

Para llevar a cabo el análisis de la muestra de los libros de texto, se seleccionaron los temas "Ecología" y "Sistema Circulatorio". Se resolvieron las actividades y problemas, cuya resolución es de lápiz y papel, propuestos tanto al final como en el desarrollo de los capítulos.

Cabe mencionar que se consideraron problemas a aquellas propuestas tituladas como actividades, problemas, taller, aplicaciones, investigación, análisis, opinión, debate, cuestionarios, etc. e incluso preguntas planteadas durante el desarrollo del tema.

A la muestra la constituyen libros de texto utilizados en el Nivel Medio, EGB3 y Nivel Polimodal (ver Tabla I). Las dimensiones con sus categorías y las tipologías en que fueron clasificados los problemas y los libros, respectivamente, son las propuestas por uno de los autores (1998, 2000). Si bien, hay que mencionar que, como resultado del análisis realizado *a posteriori*, hubo necesidad de revisar y ampliar dicho sistema. A éste se le agregó una categoría (*Interdisciplinario*) en la dimensión: *Contenido del enunciado* y se redefinió otra (*Formal*) en la dimensión: *Lenguaje en el que se expresa la solución*.

Asimismo, hay que aclarar que a medida que se van definiendo cada una de las dimensiones a través de las distintas categorías, se transcriben, a modo de ejemplo, algunos enunciados de situaciones problemáticas de interés halladas en los libros de textos con sus correspondientes categorías. Su selección ha estado fundada en una concepción de enseñanza y aprendizaje que orienta su accionar a la búsqueda de la comprensión.

## Categorías de análisis:

Las dimensiones y sus correspondientes categorías construidas para caracterizar a los problemas son diez y se definen a continuación:

### 1. Nivel de formulación o definición.

- **Lenguaje textual:** Enunciados con lenguaje escrito exclusivamente. Incluye preguntas.
- **Lenguaje textual con gráficos:** Enunciados con lenguaje escrito y gráfico.
- **Gráfico con pregunta:** Enunciados en los que predomina la parte gráfica.

### 2. Lenguaje en el que se expresa la solución.

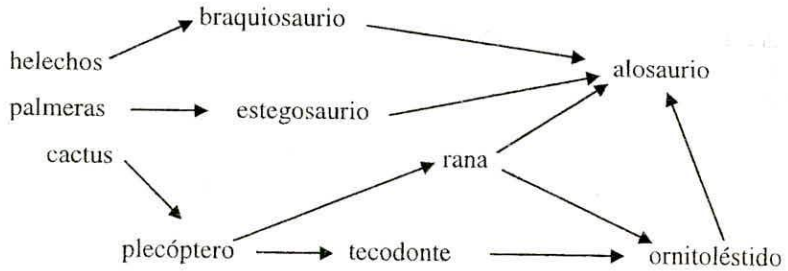
- **Cualitativo:** caracterizado por ser descriptivo, sugestivo, tener aspectos lógicos y extralógicos. No implican medición de ningún tipo.
- **Cuantitativo:** caracterizado por establecer relaciones precisas entre magnitudes y conceptos. Existe la posibilidad de comparación con una escala intervalar.
- **Formal:** caracterizado por referirse a un modelo. No sólo en términos lógico-matemáticos como interpretación del cálculo abstracto, sino, también, en un concepto más amplio donde modelo es una representación simplificada que considera únicamente las variables de interés de modo de comprender ciertos fenómenos, objetos o situaciones y de permitir plantear predicciones (Greca & Moreira, 1998). Un ejemplo de esto son los modelos planteados por la Teoría Celular o por la Teoría de la Evolución.

Así, un problema que emplea lenguaje formal requiere que el alumno construya representaciones internas coherentes con el conocimiento científico compartido. Ese proceso se llama modelización. La resolución del problema que se presenta a continuación implica el uso de un *lenguaje mental formal*.



“¿Había cadenas en la Prehistoria?”

Hace ciento ochenta millones de años los dinosaurios eran los seres vivos de mayor tamaño. Hoy se sabe que muchos de ellos eran herbívoros, pero otros eran feroces carnívoros. Las interrelaciones tróficas del esquema no son tan seguras como las que se conocen de los ecosistemas actuales. Las especies integrantes de esta hipotética trama alimentaria se extinguieron y algunas de ellas dieron origen a especies que evolucionaron e integran las actuales redes tróficas.



- ¿Qué evidencias han servido para pensar que la trama se desarrolló en la forma que se presenta en el esquema?
- ¿Cuáles son los productores en esta red?
- ¿A qué nivel trófico pertenece cada uno de los siguientes grupos de seres vivos: Los insectos, las ranas, los braquiosaurios y los tecodontes?
- ¿Existían los descomponedores hace 180 millones de años? Justifique su respuesta.

(PERLMUTER et al., 8º EGB, 1998)

(Texto y gráfico, cerrado, formal, no concepciones alternativas, verbal, integrador, natural, sí análisis funcional)

### 3. Concepciones alternativas.

Las concepciones alternativas son el producto de un aprendizaje, en la mayor parte de los casos, informal o implícito que tiene por objeto establecer regularidades en el universo, hacerlo más previsible y controlable. Son, por tanto, un producto cultural. Y, además, el resultado de un sistema cognitivo que intenta dar sentido a un mundo definido no sólo por relaciones físicas, sino también por relaciones sociales y culturales; por lo que no son exclusivas de los alumnos y alumnas, ni del aprendizaje de la ciencia. (Pozo y Gómez, 1998). En algunos textos se las trata como ideas previas aunque el ámbito de éstas sea más genérico.

Todo esto hace que las concepciones alternativas estén dotadas de cierta coherencia interna, que sean persistentes, difíciles de modificar,

que sean comunes a estudiantes de diferentes medios y edades, que sean expresadas con seguridad como creencias de sentido común, que las exposiciones de los profesores raramente puede modificar por sí mismas (Driver et al., 1989).

Por tanto, se trata de enunciados que permiten reflexionar y abordar la temática de las concepciones alternativas en la resolución de situaciones problemáticas con el objeto de lograr más y mejores aprendizajes significativos. Abordar estas ideas ingenuas en las distintas actividades del aula -resolución de problemas incluida- puede favorecer su tratamiento. El siguiente problema permite trabajar el preconcepto de que los ambientes manejados por el hombre son más estables que los ambientes naturales ante alteraciones del medio.

Se ha observado que una comunidad diversa (con mayor índice de biodiversidad), con especies conectadas por una compleja trama de relaciones tróficas, resulta más estable y resistente a las perturbaciones (por ejemplo, la remoción de una especie) que una comunidad poco diversa, de relaciones tróficas más simples y con poca competencia

- a) ¿Cómo podrían explicarse estas observaciones?
- b) ¿Qué implicancia tiene esto en la conservación de los ambientes naturales?
- c) ¿Por qué los agroecosistemas son tan proclives al ataque de plagas?

(CUNIGLIO et al., 1999)

(Texto, cerrado, formal, sí concepciones alternativas, verbal, puro, natural, sí análisis funcional)

#### 4. Método de resolución.

- **Gráfico:** La resolución es exclusivamente gráfica, no sólo la representación como apoyo para el que lo resuelve.
- **Analítico:** La resolución se realiza a través de ecuaciones y transformaciones algebraicas. Hay una explicitación de operaciones.
- **Verbal:** No hay explicitación de operaciones. La resolución puede ser efectuada a través de una lógica que se expresa en forma de proposiciones, sin necesidad de emplear transformaciones algebraicas. Se realizan inferencias a nivel de proposiciones.
- **Numérico:** Al igual que el analítico parte del conocimiento de las leyes y sus expresiones matemáticas, pero se resuelve sin manipulaciones algebraicas ni despeje de ecuaciones, se introducen directamente los valores que se

sospechan sean solución, y si no se verifican las ecuaciones, se los reemplaza por otros hasta que lo hagan. Esta categoría no se ha encontrado en el ámbito de la Biología.

#### 5. Nivel de transformación.

- **Cerrado:** cuando el enunciado propone explícita o implícitamente un modelo que se debe emplear. Es decir, que quien lo resuelve, simplemente debe identificar el modelo.
- **Abierto:** es aquel que admite más de una respuesta. Para resolverlo se requiere la definición del modelo que se va a utilizar. A continuación se presenta un problema abierto en el que es el propio solucionador quien tiene que definir la situación que quiere resolver y en función de qué conceptos. A modo de ejemplo:

Analicen los posibles impactos ambientales, positivos y negativos, que podrían surgir de las siguientes situaciones:

- a) Pavimentación de un camino de tierra que conduce a un parque.
- b) Hallazgo de un yacimiento de oro en un área lindante con una reserva de vicuñas en la Puna.
- c) Introducción de truchas y salmones para pesca deportiva en ríos y lagos del sur del país.

(BACHRACH et al., 1998)

(Texto, abierto, formal, no concepciones alternativas, verbal, interdisciplinario, tecnológico, sí análisis funcional).

#### 6. Contenidos.

- **Puros:** Se refieren a tópicos en el grado más elevado de especificidad.
- **Temáticos.** Centrados exclusivamente en un único tema o contenido.

- **Integradores:** Enunciados que involucran sólo Biología.
- **Interdisciplinarios:** enunciados que abordan contenidos de otras disciplinas, como por ejemplo, la siguiente situación problemática:



“¿Qué otras soluciones propondría para mejorar la calidad del aire que respira?”

(PERLMUTER et al., 7° EGB, 1998)

(Texto, abierto, formal, no concepciones alternativas, verbal, interdisciplinario, tecnológico, sí análisis funcional)

### 7. Contexto del enunciado.

- **Natural:** Son enunciados cuyas situaciones problemáticas pertenecen al mundo natural.
- **Académico:** Son enunciados en los que se emplean no sólo, representaciones de orden abstracto, sino también, una relación estrecha con definiciones o un amplio grado de recortes en las variables de la situación. A conti-

nuación se presenta un ejemplo de problema con contexto académico.

- **Tecnológico:** Son enunciados cuyas situaciones pertenecen al mundo artificial, o sea, aquel que involucra dispositivos, herramientas, procesos diseñados y desarrollados por el hombre.

Busquen el significado de las siguientes palabras:

Palinología, Edafología, Biogeografía, Demografía, Paleoecología, Climatología, Limnología y Oceanografía.

¿Cómo se relacionan estas disciplinas científicas con los estudios ecológicos?

(CUNIGLIO et al., 1999)

Textual, cerrado, cualitativo, no concepciones alternativas, verbal, interdisciplinario, académico, sí análisis funcional)

### 8. Posibilidad de efectuar análisis funcional.

El análisis funcional es una herramienta cognitiva que permite visualizar las relaciones entre conceptos y estas relaciones, a su vez, constituirse en una red cuya malla sea la matriz de nuevos aprendizajes (González et al., 1999). Este análisis funcional se puede utilizar para prever el sentido de variación de una variable conociendo el sentido de variación de otras.

El hecho de poder explicar qué relación hay entre dos conceptos, o por qué no se relacionan, es evidencia de aprendizaje. De allí la importancia de este tipo de análisis. A continuación se presentan dos problemas: uno en donde sólo se tienen que conocer los conceptos de ecosistema (desde el punto de vista humano) y de bioma para resolverlo y otro que permite visualizar las relaciones entre migraciones y regulación de la población.

#### *Ejemplo de problema que permite análisis funcional:*

Lean y analicen el siguiente texto: “...Desde abril-mayo hasta noviembre, las ballenas francas arriban a la Península de Valdés, luego de recorrer más de mil kilómetros desde las aguas australes ricas en krill. Una vez allí, se dedican a desarrollar su ciclo vital, ser una más cada vez...”

1. ¿A qué tipo de movimiento poblacional hace referencia el texto? ¿Cuál es el objetivo del viaje?
2. Teniendo en cuenta los motivos por los que se trasladan estos animales, ¿Creen que todos los individuos de la población llegan a nuestras costas? ¿Influye este movimiento en la densidad de la población?

(CUNIGLIO et al., 1999)

(Textual, cerrado, formal, no concepciones alternativas, verbal, temático, natural, sí análisis funcional).

*Ejemplo de problema que no permite análisis funcional:*

Teniendo como criterio el uso que el hombre hace de los ecosistemas, se pueden establecer cuatro grandes grupos: 1) los ecosistemas naturales maduros, 2) los ecosistemas naturales controlados, 3) los ecosistemas productivos y 4) los ecosistemas urbanos.

Recuerden a qué se denomina "Bioma". Den un ejemplo. Piensen si los biomas pertenecen a alguno de los grupos de estos ecosistemas.

(PERLMUTER et al., 7º EGB, 1998)

Textual, cerrado, cualitativo, no concepciones alternativas, verbal, puro, académico, no análisis funcional.

**9. Año de edición consultada.**

**10. Número de problemas categorizados.**

Una lectura más global de los resultados del análisis permite efectuar agrupamientos llamados tipologías. Ellas definen las características más relevantes del conjunto según lo propuesto por uno de los autores (1998, 2000).

**Tipologías:**

*Tipología 1:* Se caracteriza por una propuesta de problemas cerrados, con lenguajes cualitativo y cuantitativo, de resolución analítica y verbal y que permite el trabajo de concepciones alternativas.

*Tipología 2:* Prevalece el lenguaje cuantitativo, con método de resolución analítico, no posibilita el trabajo de concepciones alternativas, y son problemas cerrados.

*Tipología 3:* Los problemas son cerrados, utilizan un lenguaje formal, el método de resolución es analítico y no posibilita el trabajo de concepciones alternativas.

*Tipología 4:* Tienen un nivel de transformación abierto, con lenguaje cualitativo, de resolución verbal y con enunciados de contexto tecnológico.

*Tipología 5:* Son cerrados, con lenguaje cualitativo, de resolución verbal y enunciados de contexto natural.

**Análisis y discusión de resultados**

De los 25 libros de textos revisados (ver Anexo): uno no propone actividades de ningún tipo, 5 plantean experimentos con preguntas en

cada capítulo y los restantes 19 presentan algún tipo de situaciones problemáticas de lápiz y papel. De estos últimos, 12 abordan diferentes aspectos de los temas seleccionados: la Ecología y el Sistema Circulatorio.

Se resolvieron en total 120 situaciones problemáticas, de las propuestas editoriales analizadas y categorizadas.

En la Tabla I (ver Anexo) se consignan los resultados de un análisis cualitativo. En este análisis se relevaron las características presentes y su frecuencia, aspectos fundamentales para construir la matriz de datos.

Si bien, se advierte que no hubo necesidad de modificar las dimensiones y sus categorías de base, es de destacar que se debió, en vista del análisis efectuado, ampliar el sistema de categorías incorporando en la de *Contenidos*: Interdisciplinario que aparece como una nueva modalidad de problemas planteados en el ámbito de las nuevas concepciones sobre enseñanza - aprendizaje.

También, se redefinió otra categoría: Formal, ya que la propuesta en los trabajos de 1998 y del 2000 no daba la posibilidad a la modelización de situaciones que se encontraran fuera del marco de las relaciones lógico-matemáticas.

A fin de evitar interpretaciones incorrectas, vale aclarar que cuando se dice, por ejemplo, que el nivel de transformación de los problemas de cierto texto es cerrado, no significa que el 100% de los problemas del mismo tengan esa característica sino que es la particularidad de mayor peso con relación a la dimensión. Esta observación se extiende a todos los ítem de la Tabla II (ver Anexo).



En el análisis de los textos, se observa una predominancia superlativa de problemas de formulación textual con respecto a la formulación gráfica con preguntas o texto.

Hay una notable diferencia de propuestas de problemas cerrados con respecto a los problemas abiertos que están poco presentes.

En cuanto al lenguaje, hay una mayor representación de problemas que requieren lenguaje formal para su adecuada resolución.

En un escaso número de problemas se da la posibilidad de trabajar las concepciones alternativas, por lo que no tienen baja representatividad en el conjunto.

En la muestra analizada, sólo un libro requiere métodos de resolución analítica. Los demás, únicamente métodos verbales.

Los problemas con contenidos puros están en mayor número si bien, hay una importante cantidad de aquellos con contenidos temáticos, integradores e interdisciplinarios.

Otro componente elegido es el contexto, en el que priman los problemas naturales. Esta situación se da, seguramente, para apelar a los conocimientos previos de los alumnos. Y, también, aparece bibliografía con problemas de contexto tecnológico.

La posibilidad de realización de análisis funcional, en Biología, aparece en igual proporción de problemas a la que no lo hace.

Si se tiene en cuenta a los agrupamientos que definen las características más relevantes del conjunto se observa una marcada tendencia hacia la tipología cinco (problemas cerrados, con lenguaje cualitativo, de resolución verbal y enunciado de contexto natural). También, aparecen textos con la mayoría de los atributos de la tipología tres. Los de esta tipología son libros disciplinares de Ciencias Naturales de EGB 3 de la editorial Santillana.

Al considerar el conjunto de libros de Biología analizado, éste se puede dividir en tres clases bien definidas. Una, la de aquellos pertenecientes a ediciones anteriores a la aplicación de la Reforma Educativa que son textos donde predomina el contenido teórico, con baja representación de situaciones problemáticas y con un tratamiento aislado de los contenidos por

año escolar, por ejemplo: en 1º año: Biología General, en 2º año: Anatomía, etc. En ésta puede encontrarse textos como "Biología 1" de Zarrur, "Ciencias Biológicas 1" de Espinoza y Espinoza. Los problemas que presenta esta bibliografía requieren de un lenguaje cuantitativo o cualitativo, no permiten el trabajo de concepciones alternativas, su lenguaje de resolución es analítico y verbal y tienen contenidos puros.

Una segunda clase engloba a aquellas propuestas editoriales posteriores a la Reforma Educativa en las que se ha incorporado en mayor proporción las actividades y planteamientos problemáticos e incluso, la indagación de ideas previas. Si bien el tratamiento de cada tema sigue correspondiéndose a un determinado año escolar, por ejemplo: Ecología se aborda en el 7º año de EGB 3. Pertenecen a ésta, los libros para EGB de la Editorial AZ, de la Editorial Colihue y los libros destinados al nivel Polimodal de las diferentes editoriales. En este grupo las situaciones problemáticas no trabajan las concepciones alternativas, requieren de un lenguaje formal para lograr una correcta resolución, utilizan un lenguaje de resolución verbal y tienen contenidos temáticos.

En la tercera clase están los textos que, también, son de ediciones posteriores a la Reforma Educativa, con alto grado de representación de problemas e indagación de ideas previas; pero que el abordaje de los contenidos se hace en forma de "espiral", profundizándose al siguiente año escolar. En esta clase están las propuestas editoriales de Aique y Santillana para EGB. En esta clase predominan los problemas que requieren tanto un lenguaje formal como cualitativo, un método de resolución verbal y el contexto del enunciado deja de ser sólo puro y permiten la realización de análisis funcional. Este formato de problemas es de gran importancia para el aprendizaje de la Biología.

### **Conclusiones e implicaciones didácticas**

En primer lugar se ha establecido una semejanza estructural de importancia entre las situaciones problemáticas propuestas en los libros de texto escolares de Biología y de Física. Si bien, se pueden usar las mismas dimensiones y sólo hubo necesidad de modificar al nivel de cate-

goría, no se puede establecer un paralelismo demasiado estrecho con los planteamientos propuestos en textos de Física de Nivel Medio. Los contenidos de la Biología en el ámbito de la enseñanza preadolescente y adolescente proponen con mayor frecuencia la resolución de problemas con lenguaje formal, de resolución verbal, con nivel de transformación cerrado y la posibilidad de análisis funcional.

Si se consideran los lineamientos planteados en la Reforma Educativa para Ciencias Naturales se debería trabajar con problemas abiertos, preferentemente de carácter cualitativo, que tengan implicancias sociales y tecnológicas, que estén presentes en el ambiente cotidiano y que puedan abordarse multidisciplinariamente. Acordé a esto se evidencia una evolución de la nueva bibliografía tendiente a aproximarse a estos patrones.

El análisis presentado cuyo objetivo no es la mera enumeración de "tipos" de problemas, tiene como fin aportar elementos que ayuden a la sistematización en un área tan viable como es la resolución de problemas. En otro trabajo (2001) se han obtenido agrupamientos de problemas por afinidades de modalidades utilizando técnicas de análisis multifactorial.

Se pretende con este trabajo, acercar herramientas de análisis, de tal forma que el docente pueda poner en juego las distintas categorías con el fin de lograr una mayor eficiencia en su hacer educativo, es decir, acercarse a la enseñanza comprensiva. Hay que distinguir entre lo que el enunciado puede generar en sí mismo y lo que provee una buena didáctica, como por ejemplo la enseñanza y valoración del uso de

estrategias metacognitivas (Escudero, 1996; González et al., 1999).

La selección de problemas al momento de planificar la tarea áulica debe ser coherente con el proceso que se lleva a cabo durante el aprendizaje. A partir de esta premisa se puede pretender la búsqueda de razonamientos también desde lo verbal y no sólo desde lo analítico, como míticamente se piensa que debe ser la resolución de problemas en ciencias.

El hecho de que se rescate la importancia de la versatilidad de los textos que intentan cubrir las necesidades de ejercitación propias de los intereses de los alumnos o bien incorporar los avances de la didáctica y de la investigación educativa, no significa que se transmite una descalificación implícita del problema cerrado.

Los autores coinciden con lo expresado por Jiménez Aleixandre (1999), en que es importante diversificar el material curricular, dado que no existe ninguna propuesta que pueda resolver todos los problemas que se plantean en una clase de ciencias, debido a su carácter complejo y diverso. Además, se acuerda en que no existe un tipo de libro "bueno" que valga para todas las situaciones, de modo de diseñar ambientes de aprendizaje que promuevan la construcción del conocimiento, poniendo a los alumnos y las alumnas en situación de resolver lo que llamamos problemas auténticos, contextualizados con la vida cotidiana.

Asimismo, la combinación de las distintas dimensiones presentes en los problemas permite una diversidad de situaciones problemáticas que redundaría en el crecimiento del conocimiento conceptual y procedimental de alumnos y profesores.

## Bibliografía

- Ayuso, E.; Banet, E. y Abellán T. 1996. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: II ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios?. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2) pp.127 - 142.
- Caballer Senabre, M. J. 1990. Resolución de problemas de Biología. Factores que afectan a la posibilidad de su utilización como recurso didáctico en el trabajo diario del aula. *Actas del Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*. La Serena, Chile. Sección: "Enseñanza Aprendizaje de Biología" pp. 09 - 11.
- Colinvaux, D. 1998. *Modelos e educação em ciencias*. Ravil. Rio de Janeiro.
- Contreras, A. 1993. *La clase de ciencia desde una perspectiva sociocultural*. 66° Annual Convention of National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, USA.
- Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A. 1989. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Ediciones Morata. Madrid.
- Escudero, C. 1996. Los procedimientos en resolución de problemas de alumnos de 3° año: caracterización a través de entrevistas. *Investigações em Encino de*



## Ciencias.

<http://www.if.ufrgs.br/public/encino/revista.htm> 1(3).

- Escudero, C.; González, S.; García, M. & Massa, M. 1998. Las leyes de Newton: Problemas y ejercicios propuestos en los libros de Nivel Medio. *II Simposio de la Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria*. Colegio Oficial de Biólogos de Madrid. España.
- Escudero, C.; González, S. y García, M. 2000. ¿Se tiene en cuenta algún criterio cuando se elaboran los prácticos de problemas en Física?. *Revista de Enseñanza de la Física*, 13 (2) pp. 5 - 12.
- García, J. J. 2000. La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1) pp. 113 - 129.
- González, S.; Escudero, C. y García, M. 1999. ¿Es importante trabajar el análisis funcional a través de la resolución de problemas en Física? *Reunión de Educación en Física*. Mendoza, Argentina. Comunicación en mural.
- Greca, I. y Moreira, M. A. 1998. Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15 (2) pp. 107 - 120.
- Guisasola, J.; Almodí, J.; Ceberio, M. y Zubimendi, J.; 1997; ¿Contribuye la enseñanza de problemas-tipo al aprendizaje significativo de conceptos y principios fundamentales? V Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias, España.
- Jiménez Aleixandre, M. P. 1999. La importancia de la Biología en la formación educativa. *Revista de Educación en Biología*, 2 (2) pp. 47 - 49.
- Ministerio de Educación de la Nación. 1995. *Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica*.
- Pozo Municio, J. I. (coordinador). 1994. *La Solución de Problemas*. Santillana, Madrid.
- Pozo Municio, J. I. y Gómez Crespo, M. A. 1998. *Aprender y Enseñar Ciencia*. Ediciones Morata.
- Sánchez, N.; Escudero, C. y Massa, M. 2001. *Modelos de situaciones problemáticas propuestos en los textos escolares de Biología*. VI Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, España.
- Sigüenza, A. F. y Sáez, M. J. 1990. Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3) pp. 223 - 230.

## Anexo

### Libros de textos analizados

- ABRIL et al., 1998, Ciencias Naturales y Tecnología, 7º EGB, Ediciones Santillana, 2º edición.
- ALJANATI et al., 1998, Biología III, Ediciones Colihue, 1º edición.
- ARIAS et al., 1999, Ciencias Naturales 9, 9º EGB, e.d.b., 1º edición.
- ARISTEGUI et al., 1998, Ciencias Naturales, 8º EGB, Ediciones Santillana, 1º edición.
- BACHRACH et al., 1998, Ciencias Naturales, 9º EGB, Ediciones Santillana, 1º edición.
- BARDERI et al., 1995, Ciencias Biológicas 4, 4º año, Ediciones Santillana, 1º edición.
- BARDERI et al., 1998, Biología, Polimodal, Ediciones Santillana, 1º edición.
- CASTRO et al., 1993, Actualizaciones en Biología, Eudeba, 20º edición.
- CUNIGLIO et al., 1999, Biología y Ciencias de la Tierra, Polimodal, Ediciones Santillana, 1º edición.
- DEMBO, 1978, Biología, 1º año, Cesarini Hnos. Editores, 15º edición.
- DEMBO, 1979, Biología e Higiene, 2º año, Cesarini Hnos. Editores, 14º edición.
- DOS SANTOS LARA, 1981, Biología e Higiene, 2º año, Ediciones Troquel, 17º edición.
- DOS SANTOS LARA, 1993, Biología, 1º año, Ediciones Troquel, 21º edición.
- ESPINOZA et al., 1993, Ciencias Biológicas 2, 2º año, Ediciones Santillana, 1º edición.
- ESPINOZA Y ESPINOZA, 1993, Ciencias Biológicas 1, 1º año, Ediciones Santillana, 1º edición.
- LACREU et al., 1990, Ciencias Biológicas 3, 3º año, Ediciones Santillana, 1º edición.
- LANESTOSA Y PEREYRA, 2000, Biología 1, Polimodal, Editorial Kapelusz, 1º edición.
- MATEU Y BOTTO, 1998, Ciencias Naturales: Biología, 8º EGB, AZ Editora, 1º edición.

- PERLMUTER et al., 1998, Ciencias Naturales y Tecnología, 9° EGB, Aique Grupo Editor, 1° edición.
- PERLMUTER et al., 1998, Ciencias Naturales y Tecnología, 7° EGB, Aique Grupo Editor, 1° edición.
- PERLMUTER et al., 1998, Ciencias Naturales y Tecnología, 8° EGB, Aique Grupo Editor, 1° edición.
- VATTUONE, 1986, Biología, 1° año, Librería Editorial El Ateneo, 12° edición.
- VATTUONE, 1998, Educación para la salud y medio ambiente, 2° año, Librería Editorial El Ateneo, 24° edición.
- ZARUR, 1985, Biología 2, 2° año, Editorial Plus Ultra, 3° edición.
- ZARUR, 1995, Biología 1, 1° año, Editorial Plus Ultra, 13° edición.

	Abril et al.	Zarur	Perlmutter et al., 8° EGB	Perlmutter et al., 7° EGB	Arristegui et al.	Bachrach et al.	Cuniglio et al.	Barderi et al.	Espinoza y Espinoza	Aljanati et al.	Lanestosa y Pereyra	Arias et al.
<b>Formulación</b>	Textual	Texto+gráf.	Texto+gráfico	Textual	Textual	Textual	Textual	Textual	Textual	Textual	Texto/gráfico	Gráf. y pret.
<b>Transformac.</b>	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado
<b>Lenguaje</b>	Cuali.	Cuanti	Cuali.	Cuali.	Formal	Formal	Cuali/Formal	Formal	Cuali.	Formal	Formal	Formal
<b>Concep. Altern.</b>	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
<b>Resolución</b>	Verbal	Verb/Analít.	Verbal	Verbal	Verbal	Verbal	Verbal	Verbal	Verbal	Verbal	Verbal	Verbal
<b>Contenidos</b>	Temático	Puros	Puros/Integr.	Puros	Puros	Interdisciplinario.	Puros	Puros	Puros	Temático	Puros	Temático.
<b>Anál. Func.</b>	No	Si	Si	Si/No	No	Si/No	Si	No	No	No	Si	Si
<b>Contexto</b>	Nat / Tecnol.	Nat/Acades.	Natural	Natural	Natural	Tecnol.	Natural	Academ	Natural/Academ	Natural	Natural	Natural
<b>Nº Probl.</b>	11	7	10	15	4	5	44	11	5	2	5	1
<b>Tipología</b>	5	2	5	5	(3)*	(3)*	5	(3)*	5	(5)*	(3 ó 5)*	(3 ó 5)*
<b>Ideas Previas</b>	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
<b>Año de Edición</b>	1998	1995	1998	1998	1998	1998	1999	1998	1993	1998	2000	1999
<b>Nº de Edición</b>	2º	13º	1º	1º	1º	1º	1º	1º	—	1º	1º	1º

Tabla I: Libros de texto en los que se clasificaron las situaciones problemáticas