

**MODELOS DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS PROPUESTOS EN LOS TEXTOS
ESCOLARES DE BIOLOGÍA¹**
(Models of problematic situations proposed in biology textbooks)

Norma Sánchez

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

Consuelo Escudero

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de San Juan
Avda. Libertador 1109 (Oeste)
5400 - San Juan - Argentina.
cescude@unsj.edu.ar

Marta Massa

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario
Avda. Pellegrini 250
2000 - Rosario – Argentina
mmassa@fceia.unr.edu.ar

Resumo

A resolução de problemas é uma atividade complexa que envolve diferentes processos, tais como compreensão, inferências, dedução, recuperação do conhecimento prévio, interpretação de premissas e raciocínio. Portanto, é uma interessante atividade para articular a pesquisa com o conteúdo e as estratégias de ensino. A resolução de problemas não é uma tarefa freqüente em as salas de aula de Biologia com adolescentes. Em geral, esta restrita a tópicos de Genética. Neste trabalho discutimos uma análise sistemática de 120 problemas apresentados em livros de texto de Biologia de nível meio (hoje chamado, na Argentina, EGB-3 e nível Polimodal) a fim de prover um critério para a análise e a seleção de materiais para ensino. Cinco tipos de problemas foram reconhecidos usando Análise Estatística Multivariada.

Abstract

Problem solving is a complex activity that involves different cognitive processes, such as comprehension, inferences, deduction, recovering of prior knowledge, interpretation of premises and reasoning. Therefore, it is an interesting activity to articulate the research with the content and strategies for teaching. Problem solving is not a frequent task in biology classes with teen-agers. Usually, it is restricted to genetics topics. In this work we discuss a systematic analysis of 120 problems presented in biology textbooks for secondary school (nowadays called, in Argentina, 3rd Cycle of the General Basic Education and Polimodal Level) in order to provide a criterium for the analysis and selection of instructional materials. Five types of problems using were recognized Multivariate Statistical Analysis.

¹ Un resumen de este trabajo se ha presentado en el VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, realizado en Barcelona, 12 – 15 de septiembre del 2001.

Introducción y fundamentación teórica

La enseñanza de la Biología, ante la instalación de nuevos modelos didácticos, debe inducir a los y las estudiantes al conocimiento teniendo como propósito la comprensión. La rápida evolución que está sufriendo la disciplina, la convierte en una ciencia muy dinámica donde continuamente surgen problemas y preguntas de interés tanto científico como social. Enmarcada en este contexto, la enseñanza de esta área requiere del uso de estrategias que faciliten la comprensión y capaciten al estudiante para la resolución de situaciones problemáticas como expresión de una adecuada alfabetización científica (Sigüenza y Sáez, 1990).

En el ámbito educativo, *el problema*, como componente vital de la enseñanza de las Ciencias Experimentales, debe ser una actividad que requiera el análisis de los hechos y el razonamiento de manera de poder elaborar la estrategia a seguir durante el proceso de resolución. Es decir, requiere habilidades para diseñar la forma de obtener los datos necesarios y de procesarlos a fin de conseguir la respuesta correcta, factores que en último término determinan la comprensión del contenido implícito (Sigüenza y Sáez, 1990). Asimismo, 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 Muncio y Gómez Crespo, 1998).

En el proceso de resolución el o la estudiante debe recuperar los conocimientos necesarios, proceso que exige un adecuado control y regulación de sus recursos cognitivos. No es suficiente con que posea conocimientos declarativos vinculados con la disciplina, es necesario que sepa cómo activarlos y utilizarlos para resolver la situación planteada. Esto supone el dominio de procedimientos específicos, y que sea capaz de aplicarlos en forma autorregulada, articulando las estrategias adecuadas para la resolución de la actividad (Escudero y otros, 2000).

Este proceso de resolución de problemas ayuda a los estudiantes a reflexionar sobre la estructura y el método de producción del conocimiento, promueve el control más allá de la ejecución de estas técnicas, así como un cierto grado de análisis consciente. Por lo tanto, éstas pasan a ser estrategias de meta-cognición que trascienden no sólo el ámbito de la Biología sino, también, el de las Ciencias Experimentales.

En las Ciencias Biológicas, el planteamiento de situaciones problemáticas no era de aplicación frecuente. Sí se daba en el área de Genética, donde los libros de texto escolar ofrecían a los profesores y profesoras problemas de características bien delimitadas: ejercicios de lápiz y papel, con un enfoque "causa-efecto", de solución cerrada y única. En general, estos problemas no suelen requerir de un análisis detallado de los datos iniciales resolviéndose generalmente mediante la aplicación de algoritmos, o bien, son los problemas "efecto-causa" en los que se parte de fenotipos conocidos, requieren del estudiante establecer el modelo de herencia (causa o conjuntos de causas) y determinar los genotipos de los individuos haciendo uso de determinadas reglas, etc. (Ayuso y otros, 1996).

Un estudio, ya realizado por dos de los autores en textos escolares en Biología aparecidos antes y después de la Reforma Educativa en Argentina (Sánchez y Escudero, enviado para publicación), propone con mayor asiduidad la resolución de situaciones problemáticas de rasgos más amplios: de formulación textual, con resolución verbal, en un contexto natural, con la requisitoria de lenguaje formal, con nivel de transformación cerrado y que brinda la posibilidad de análisis funcional.

Dado que la acción del docente se constituye en eje de singular importancia para definir el tipo de aprendizaje que el o la estudiante procesará, él debe realizar una reflexión sobre los referenciales teóricos y didácticos en los que se sustenta la planificación de la tarea áulica.

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.

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, por parte de los alumnos, de esos mismos objetos (Ibíd.).

Teniendo presente lo expuesto se lleva a cabo este trabajo en el que se presenta la sistematización de un estudio de resolución de problemas en textos de diferentes niveles y en distintos momentos del Sistema Educativo del país, con el fin de ofrecer a los profesores y las profesoras un instrumento de análisis y selección de material bibliográfico.

Metodología de trabajo

Para el presente trabajo, que complementa el estudio ya realizado en Física (Escudero y otros, 2000), se estructuró un modelo de análisis tanto de enunciados como de su solución a los problemas difundidos en la enseñanza preadolescente y adolescente, a través de los libros de texto que usualmente mediatizan el aprendizaje.

Se supuso que los enunciados y sus correspondientes soluciones pueden actuar como elementos para esclarecer modelos didácticos de la resolución de problemas útiles para la formación de criterios en el profesorado.

A fin de poder efectuar una lectura comprensiva y reflexiva de los problemas, se considera conveniente esclarecer una definición de categorías de análisis a priori que sirvan de elemento guía. La generación de dichas categorías se sustenta, además, en la base teórica proporcionada por investigaciones realizadas acerca de la resolución de situaciones problemáticas, concepciones alternativas y evaluación del aprendizaje.

Para llevar a cabo el análisis de la muestra de los libros de texto se seleccionaron dos temas: Ecología y Sistema Circulatorio. Se resolvieron las actividades propuestas en el desarrollo y al final de cada capítulo o unidad y cuya resolución es de lápiz y papel. Hay que mencionar que el nombre de *situación problemática* –adoptada para este estudio– engloba aquellas propuestas tituladas como actividad, taller, debate, problema, aplicación, investigación, opinión, cuestionario, etc. e incluso preguntas planteadas durante el tratamiento del tema. Además, se define como *unidad de análisis*, para esta investigación, al enunciado y su correspondiente solución.

Las categorías que se presentan a continuación se estructuraron a partir del mencionado trabajo (Sánchez y Escudero) utilizando libros de texto que se han venido usando en la Escuela Secundaria y, ahora, en la EGB 3 y en la Educación Polimodal.

Categorías de análisis:

Las ocho dimensiones y sus correspondientes categorías construidas para caracterizar los problemas 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 e información gráfica.
- 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 extra-lógicos. 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 como 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).
- 3- *Concepciones alternativas*:

Se trata de enunciados que permiten reflexionar y abordar ésta temática en la resolución de situaciones problemáticas.

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 mundo, hacerlo más previsible y controlable. Son, además, un producto cultural. Son 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 & Gómez, 1998).

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 pueden modificar por sí mismas. (Driver et al., 1989).

4-Método de resolución:

- Gráfico: La resolución es exclusivamente gráfica, no sólo la representación como apoyo para el solucionador.
- 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 realiza inferencia al 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 subcategoría no se da 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.

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.

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

8- Posibilidad de efectuar análisis funcional:

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

Desde la perspectiva de estas ocho dimensiones de estudio, se ha efectuado la caracterización de 120 unidades de análisis presentes en 12 textos escolares (ver tabla I). Para su procesamiento se utilizaron técnicas estadísticas de variables múltiples (Lebart et al., 1985), utilizando el paquete de programas SPAD. N (CISIA - CERESTA, 1998). Los procedimientos utilizados fueron un Análisis de Correspondencias Múltiples, y posteriormente una Clasificación Mixta sobre Coordenadas Factoriales. Esto ha permitido efectuar la clasificación de las unidades de análisis, generando diferentes agrupamientos, que se constituyen como modelos iniciales para la organización de estrategias didácticas (Escudero y otros, 2000).

TABLA I: Libros de texto y número de problemas en ellos presentes

TÍTULO	AUTOR	CAPÍTULOS	CANTIDAD de PROBLEMAS
Ciencias Naturales y Tecnología 7°	Abril y otros	11 y 19	10
Biología 1	Zarur	1 y 2	7
Ciencias Naturales y Tecnología 8°	Perlmutter y otros	6 A y 6 B	10
Ciencias Naturales y Tecnología 7°	Perlmutter y otros	6 A, 6 B y 6C	15
Ciencias Naturales 8°	Aristegui y otros	13	4
Ciencias Naturales 9°	Bachrach y otros	14	5
Biología y Ciencias de la Tierra	Cuniglio y otros	8, 9 y 10	44

Biología	Barderi y otros	7	11
Ciencias Biológicas 1	Espinoza y Espinoza	4	5
Biología III	Aljanati y otros	10	2
Biología 1	Giordano y Fernández	4	6
Ciencias Naturales 9°	Arias y otros	Cambios en el Medio Natural	1

Se asumieron como *individuos* cada una de las unidades de análisis que se analizaron en los libros revisados y como *variables* cada una de las dimensiones enunciadas. Cada individuo (problema) quedó caracterizado por un conjunto de ocho valores asociados con la categoría identificada para cada dimensión.

Los datos se dispusieron en una matriz, en la cual los datos textuales se convirtieron a datos numéricos arbitrarios. Cada fila de la matriz contenía la variable adoptada por cada categoría para uno de los individuos (problema). Cada columna mostró la distribución de las variables adoptada por la población estudiada.

Se seleccionaron como variables activas del análisis factorial aquéllas que caracterizaban el nivel de formulación o definición, el lenguaje de la solución, el método de resolución, el contenido y el contexto del enunciado. Las restantes fueron consideradas como variables ilustrativas. Las variables activas son las que participan en la construcción de los ejes factoriales sobre los que se podrán proyectar tanto las variables activas como las ilustrativas. La técnica estadística seleccionada permitió establecer las correlaciones entre los atributos. Este estudio complementó el desarrollado en el análisis cualitativo textual de los enunciados.

En términos generales, en la técnica adoptada el espacio multidimensional, construido a partir del Análisis de Correspondencias Múltiples, se observa la totalidad de la información cruzando todas las variables. Éstas configuran una nube de puntos, cuya topología es determinada calculando los denominados ejes factoriales, que en orden decreciente, establecen las direcciones de máxima varianza de la nube. Proyectando esta nube sobre el plano factorial definido por los dos primeros ejes factoriales, se detectan las asociaciones entre las variables a través del análisis de las cercanías entre los puntos representativos de todas las categorías. Las aproximaciones y oposiciones permiten efectuar la interpretación de los gráficos factoriales.

Resultados y discusión

La distribución de las categorías, proyectadas sobre el eje factorial 1 (ver Fig. I), muestra que las mayores contribuciones hacia la izquierda están dadas por problemas con métodos de resolución analíticos y un lenguaje de solución cuantitativo. Se contraponen, hacia la derecha, con problemas integradores, interdisciplinarios y tecnológicos, con enunciados que se caracterizan por presentar lenguaje cualitativo y formal y con método de resolución verbal. Se registra una evolución de las categorías: *analítico – gráfico – verbal y cuantitativo – cualitativo – formal*, de izquierda a derecha, correspondientes, respectivamente, a las dimensiones **método de resolución y lenguaje de la solución**. Esta distribución de categorías revela que el eje factorial 1 está asociado con los formatos de resolución que propone el autor, con un nivel de abstracción que evoluciona con las formalizaciones y la complejidad de la situación propuesta. La oposición entre el método de resolución analítica y verbal representa la evolución requerida para organizar la resolución, si se atiende a los requisitos de formación para el aprendizaje de la disciplina (desarrollo de habilidades cognitivas que refuerza la ejercitación escrita, capacidad de fundamentación, uso de vocabulario específico; como requisitos de alfabetización científica establecida desde el texto escrito).

En la dirección del eje factorial 2, se observa la proyección contrapuesta de los problemas con contenido temáticos, de contexto natural y formulación textual y gráfica, a aquéllos de

resolución gráfica, contenido interdisciplinario y en un contexto tecnológico. La evolución de las categorías *temático – puro – integrador - interdisciplinario* y *natural - académico – tecnológico* (de arriba a abajo), correspondientes a las dimensiones **contenido** y **contexto de enunciado** permite interpretar este eje como organizado según un nivel que va de lo particular a lo más abarcativo en relación con la complejidad conceptual y de integración de relaciones en las formas que el autor imprime a los enunciados, a fin de que el lector acceda a su comprensión, tanto del contenido como del contexto del enunciado. Esto permite lograr un avance desde un dominio específico y en un contexto más cotidiano o natural a lo que demanda un conocimiento de diversas áreas y su interrelación.

Sintetizando, el diagrama factorial obtenido en el plano de los ejes factoriales 1 y 2 (Figura I) muestra que las mayores contribuciones para la conformación del eje 1 están dadas por las dimensiones: **lenguaje de la solución** y **método de resolución** y el eje 2 por el **contenido** y **contexto de enunciado**.

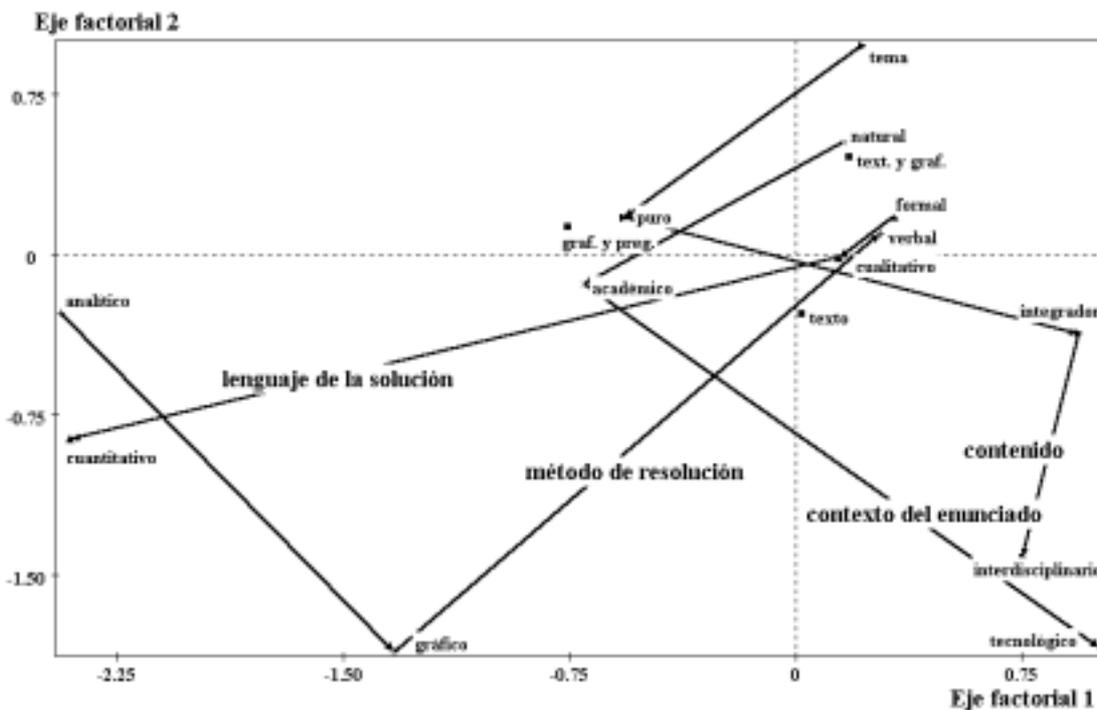


FIGURA I: Plano factorial definido por los ejes de máxima varianza de la nube.

Referencias: Las etiquetas indican la distribución asumida por las variables activas. Las líneas indican la evolución de las tres variables más significativas de los ejes factoriales. También, aparecen algunas de las variables ilustrativas

Por el método de la clasificación automática se obtuvo un agrupamiento de los individuos por afinidad de categorías y se determinaron cinco clases. La distribución de las variables permite interpretar las características a cada una de ellas.

En la figura II se representan las clases identificadas, señalando la proyección de la menor hipersfera que contiene los problemas que actúan como individuos más próximos a la media estadística de la clase o parangón.

Las cinco clases identificadas están caracterizados por:

- **Clase 1:** Comprende 31 problemas (26%). Éstos se caracterizan un contexto de enunciado académico, relacionado con un contenido disciplinar puro y que no requieren utilizar el análisis

funcional como herramienta cognitiva para establecer las relaciones y tipo de relaciones entre las variables involucradas. El énfasis está puesto en la comprensión de la organización de la estructura conceptual de la disciplina y el desarrollo de la capacidad de expresión escrita de las ideas. El elevado porcentaje revela una acentuada tendencia de los autores -a través de los enunciados- en favorecer el afianzamiento de los contenidos conceptuales utilizando como herramienta la ejercitación. Este tipo de problemas establece como requisito una correcta comprensión lectora, una coherente representación de las situaciones y un adecuado manejo del vocabulario tanto corriente como específico (Ver ejemplo en ANEXO).

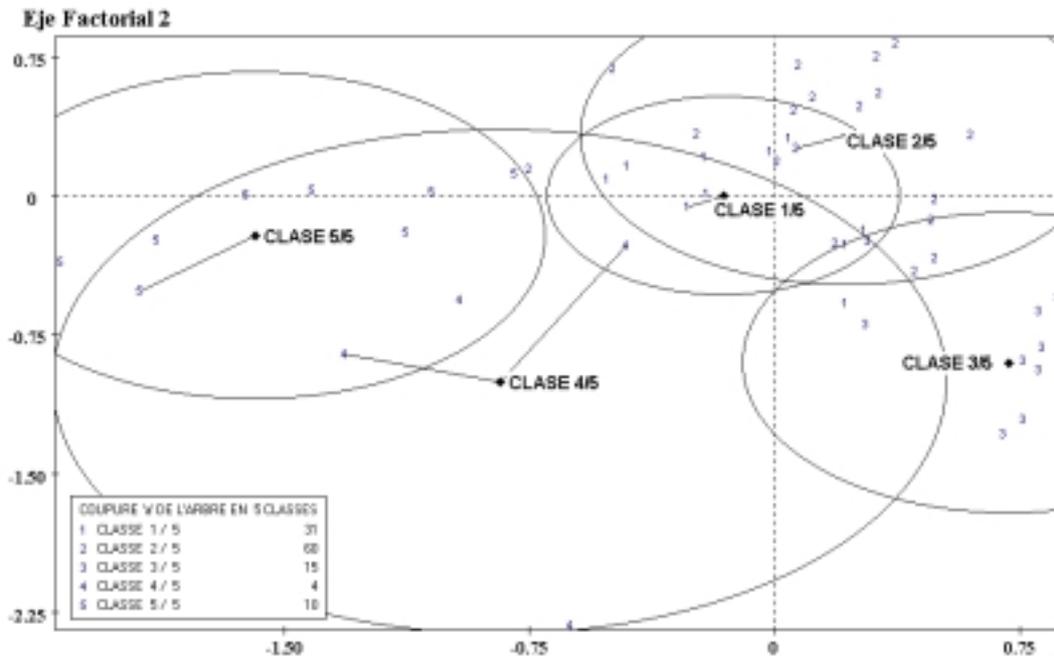


FIGURA II: Identificación de clases, señalando la proyección de la menor hiperesfera que contiene los problemas que actúan como parangones (puntos negros) y mediante líneas rectas se indican los problemas con características similares al parangón.

- **Clase 2:** Incluye 60 problemas (50%). Éstos presentan enunciados con nivel de transformación cerrado. El contexto de sus enunciados es natural, formulados con un lenguaje complementario textual y gráfico. El método de resolución utilizado o que se requiere utilizar es verbal. El contenido es temático. El lenguaje en que se solicita comunicar la solución no incluye aspectos cuantitativos. Este tipo de problemas está orientado a vincular contenidos biológicos específicos con el contexto cotidiano del alumno (Ver ejemplo en ANEXO).
- **Clase 3:** Incluye 15 problemas (13%). Éstos presentan enunciados con nivel de transformación abierto, un contenido integrador y con un contexto tecnológico. En estos problemas, el énfasis está puesto en el desarrollo: de enfoques alternativos, de la capacidad para lograr la integración de diversos conocimientos y de la capacidad de análisis crítico referido a las aplicaciones de la ciencia en nuestra sociedad (Ver ejemplo en ANEXO).
- **Clase 4:** Agrupa a un 4% de los problemas. Éstos se caracterizan por presentarse con enunciados gráficos. En este grupo, el énfasis está puesto en la correcta lectura de la información gráfica y su correspondiente interpretación. Estas situaciones, que presentan baja representatividad en los temas de Biología analizados, necesitan para su satisfactoria resolución un aprendizaje particular (Ver ejemplo en ANEXO).
- **Clase 5:** Abarca al 8% de los problemas analizados. Esta clase está integrada por problemas con un método de resolución analítica y un lenguaje cuantitativo. Se destaca la orientación netamente aplicativa a situaciones prácticas revelando un enfoque sobre la interpretación numérica y de datos, que depende del contenido asociado con la resolución de problemas (Ver ejemplo en ANEXO).

Conclusiones e implicaciones didácticas

Los resultados obtenidos parecen indicar que mayoritariamente el énfasis en los enunciados está puesto en la comprensión de la organización de la estructura conceptual de la disciplina y el desarrollo de la capacidad de expresión escrita de las ideas. Los rápidos cambios que está sufriendo la Biología, la convierten en una ciencia muy dinámica donde continuamente surgen problemas y preguntas de interés, por lo que su enseñanza requiere del uso de estrategias que faciliten la comprensión y capaciten al o a la estudiante para la resolución de nuevas situaciones problemáticas.

Las concepciones sobre cómo se aprende y cómo se enseña, otorgan un papel fundamental en las actividades que se desarrollan y a la forma de conceptualizarlas. He aquí, la importancia que tiene la selección de los problemas en el momento de planificar la tarea escolar. 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 (Sánchez y Escudero, enviado para publicación).

Gran parte de los docentes tradicionalmente no han utilizado los problemas como parte fundamental en la enseñanza y en el aprendizaje de la Biología, ni lo han utilizado constantemente como un instrumento básico para el aprendizaje, ni han puesto en cuestión su validez, o se ha criticado su eficacia o formulación.

Por ello, este análisis apunta a ayudar a la sistematización en esta área tan importante y poco cuestionada como es la resolución de problemas, como así también proporcionar elementos de análisis al docente, de forma tal de lograr clarificar los fines que se desean conseguir, el ¿para qué?, que orientan el uso de determinados “tipos de problemas” y, como consecuencia lógica, el planteamiento de una enseñanza y aprendizaje de su resolución adecuada al modelo elegido.

Todo esto indica la necesidad de producir cambios importantes, tanto en el sistema formal y no formal de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Estos cambios se proponen en la Ley Federal de Educación, por cuanto el objetivo de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales es el acceso a los conocimientos básicos que permitan analizar y explicar los fenómenos y procesos del mundo natural vinculados con problemáticas de la vida cotidiana, de modo tal de entender la naturaleza del conocimiento científico y su proyección social.

Acorde a los nuevos tiempos y a los lineamientos propuestos desde diferentes ámbitos, se ha evidenciado en este estudio el inicio de un proceso deliberado de innovación en el planteo de situaciones problemáticas en los textos escolares. No cabe duda de que el avance en la producción de más conocimiento en esta área podrá contribuir notablemente a mejorar la labor docente.

Bibliografía

- AYUSO, E.; BANET, E. & 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.
- C.I.S.I.A. CERESTA. (1998) *SPAD.N integrado versión 4*. París, Francia.
- COLINVAUX, D. (Org.) (1998) *Modelos e educação em ciências*. Rio de Janeiro: Ravil.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. & TIBERGHEN, A. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Ediciones Morata: Madrid.
- ESCUADERO, C.; GARCÍA, M.; GONZÁLEZ, S. & MASSA, M. (2000) "Modelos para una didáctica de la resolución de problemas". En: *VII Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física, Memorias (CD-ROM)*. Porto Alegre (Canela), RS, Brasil, 3 al 7 de julio, p 12.

- GONZÁLEZ, S.; ESCUDERO, C. & 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 mural.
- GRECA, I. & MOREIRA, M. A. (1998) "Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización". *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15 (2) pp. 107 - 120.
- LEBART, L.; MORINEAU, A. & FENELON, J. (1985). *Tratamiento Estadístico de Datos*, Marcombo, Barcelona.
- POZO MUNICIO, J. I. & GÓMEZ CRESPO, M. A. (1998) *Aprender y Enseñar Ciencia*. Ediciones Morata.
- SÁNCHEZ, N. y ESCUDERO, C. "Las situaciones problemáticas en los textos escolares de Biología antes y después de la Reforma Educativa". *Revista de Educación en Biología*. (Enviado para publicación)
- SIGÜENZA, A. F. & 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

EJEMPLOS DE PROBLEMAS DE CADA UNA DE LAS CLASES OBTENIDAS LUEGO DEL
TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS INDIVIDUOS.

CLASE 1: Problemas con contexto académico, contenido puro y sin análisis funcional.

- Coloquen las palabras clave en la línea correspondiente.

Palabras clave: *comunidad - ecología - población - ecosistema - individuo.*

-----Sistema formado por todos los seres vivos de un lugar, el medio en que viven y sus relaciones.

-----Cada uno de los seres que viven en determinado lugar.

-----Todos los individuos de una misma especie que viven en un lugar determinado.

-----Todos las poblaciones que interactúan en un lugar.

----- Estudio de las relaciones de los seres vivos entre sí y de estos con el ambiente.

(Perlmutter y otros ; 1998; Ciencias Naturales y Tecnología, 7º)

CLASE 2: Problemas con lenguaje textual y gráfico, de resolución no cuantitativa, con nivel de transformación cerrado, método de resolución verbal, de contenido temático y en un contexto natural.

- Entre un estado de reposo y de ejercicio pueden darse grandes variaciones en la circulación sanguínea debido a un aumento del número de pulsaciones.

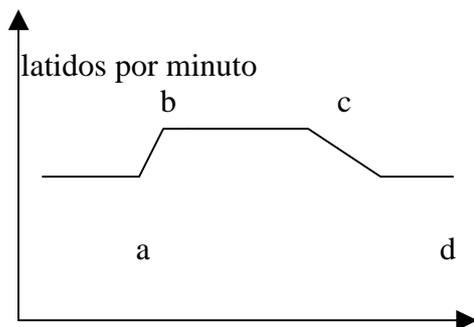
a- ¿Cuáles son las ventajas fisiológicas de esta variación en las pulsaciones durante el ejercicio?

b- Durante el ejercicio físico, se produce un mayor flujo de sangre en los músculos esqueléticos.

Determinen de qué manera favorecen esa mayor irrigación los siguientes factores:

- ✓ Aumento de la frecuencia cardíaca.
- ✓ Vasoconstricción de las arteriolas que irrigan los órganos abdominales.
- ✓ Vasodilatación de las arteriolas que irrigan los músculos esqueléticos.
- ✓ Aumento del volumen sistólico.

c- El siguiente gráfico muestra la frecuencia cardíaca de una persona de 15 años, antes, durante y después de realizar un ejercicio aeróbico:



tiempo

- I. ¿Cuándo comienza el ejercicio?
- II. ¿Cuál es el período durante el cual transcurre el ejercicio?
- III. ¿Cuándo finaliza el ejercicio?

IV. Dibujen la curva que correspondería a un adulto de 50 años que realizara el mismo ejercicio durante el mismo lapso.

(Barderi y otros; 1999; Biología)

CLASE 3: Problemas con nivel de transformación abierto, contenido integrador y con contexto tecnológico.

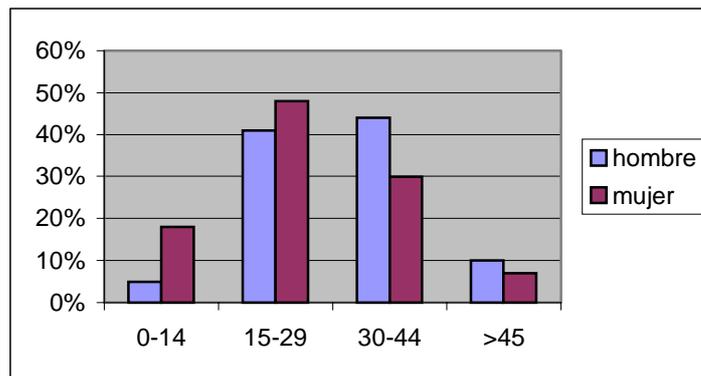
- ¿Qué se podría hacer para producir menos líquidos cloacales? ¿O para que estos no se volcaran tan contaminados a las fuentes naturales de agua (lagos, ríos, mares)?

(Abril y otros; 1998; Ciencias Naturales y Tecnología, 7°)

CLASE 4: Problemas con enunciados gráficos.

- Distribución porcentual de enfermos de SIDA según sexo y edad.

Interpreta el siguiente gráfico de barras.



(Giordano y Fernández; 1999; Biología 1)

CLASE 5: Problemas con resolución analítica y lenguaje cuantitativo.

- ¿Cómo se calcula?

A una población de garzas llegan de zonas vecinas tres individuos en enero, dos en febrero y diecisiete en septiembre. Dos emigran en marzo y quince en junio. ¿Cuál es la tasa de migración? ¿En qué unidad de tiempo es preferible calcularla?

En noviembre y diciembre nacen veinticinco pichones y mueren alrededor de tres individuos por mes. ¿Cuál es la tasa de crecimiento total?

(Abril y otros; 1998; Ciencias Naturales y Tecnología, 7°)