

## UNA VIA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA CIENTÍFICA: LA COMPRESION DE TEXTOS

LUCÍA SANTELICES C.\*

### Resumen

El artículo aborda dos aspectos vinculados con la enseñanza de las disciplinas científicas. Por una parte, se refiere a las variables que inciden en la comprensión lectora de los textos científicos y, por otra, propone estrategias para estimular y mejorar la comprensión lectora de los alumnos de cursos científicos.

### *Abstract*

*This article it is about two aspect related with the teaching of científics disciplines. On one hand it refers to the variables which have incidence in the reading comprehension of the científic texts, and on the other hand, propose strategies to simulate and improve the reading comprehension in students of científic courses.*

---

\* Profesor Titular de la Facultad de Educación, P. Universidad Católica de Chile.

Existe consenso entre las autoridades y especialistas ligados al quehacer científico, respecto de la necesidad de generar cambios en la enseñanza de las ciencias (Bromley, 1989; de Hart, 1991).

Se señala entre los fundamentos para promover el cambio, el hecho de que los actuales currícula no reflejan el ethos de la ciencia moderna y tampoco sus metas instruccionales están vinculadas con las necesidades de la sociedad y del hombre contemporáneo (Gardner, 1983). Se plantea que para lograr este cambio sería necesario modernizar los contenidos de los programas correspondientes a los cursos de ciencias, reformular los textos, integrar las disciplinas en función de temas que puedan ser analizados por los alumnos desde diferentes disciplinas del saber y en vías de obtener soluciones a problemas contemporáneos, enseñar para el cambio y promover el desarrollo de conductas que apunten a mejorar la calidad del pensamiento (de Hart, 1991).

Estos antecedentes también son compartidos por las personas ligadas a la enseñanza científica a nivel nacional y, parece particularmente relevante, no sólo promover cambios curriculares tendientes a mejorar la calidad de la educación, sino también, y muy centralmente, tendientes a mejorar la calidad de vida de los estudiantes, en cuyo logro la enseñanza científica juega un papel importante si se considera que éste es uno de los ámbitos en los cuales el alumno accede a los adelantos tecnológicos del mundo de hoy y mejora la calidad de sus procesos de manejo de información y, por tanto, el nivel de sus estrategias de pensamiento.

Por otra parte, también se observa preocupación de las autoridades educacionales por apoyar al profesor como uno de los agentes esenciales para mejorar la calidad de la educación. Particular importancia adquiere, entonces, entregar antecedentes y herramientas de manejo en el aula, tendientes a apoyar el proceso de enseñanza en Ciencias. En este contexto y considerando que una forma de mejorar el aprendizaje de las ciencias pasa por apoyar el proceso de comprensión de lectura de textos científicos, el presente artículo analizará:

- I. Variables que inciden en la comprensión lectora de los textos ligados a la ciencia, y
- II. Propondrá algunas estrategias para estimular y mejorar la comprensión en la lectura de textos científicos.

### **I. Variables que inciden en la comprensión lectora de textos científicos**

Estudios realizados en esta materia señalan como factores ligados a la comprensión de textos científicos, por una parte, aspectos vinculados con el alumno, tales como sus esquemas o estructuras de pensamiento relacionados con el tema tratado y, por otra, un conjunto de variables ligadas al texto, entre las que destacarían el vocabulario, la sintaxis y las relaciones tópicas del contenido entregado.

#### *a) Conocimiento previo del lector*

A menudo los textos se utilizan para apoyar el proceso de aprendizaje de conceptos y la posibilidad de conceptualizar, que está estrechamente relacionada con el lenguaje, razón por la cual su empleo en la formación de conceptos científicos es objeto de creciente interés. En efecto, el lenguaje es un factor fundamental en el proceso de adquisición de conceptos (Wedway, 1980; Luria, 1980). La utilización de palabras del lenguaje ordinario dentro del contexto científico, así como las palabras científicas incorporadas al lenguaje ordinario, ha hecho surgir muchos problemas en relación con la comprensión de textos en ciencias. Numerosas investigaciones realizadas en este campo han permitido describir que el uso incorrecto o descuidado de la terminología induce a la formación de errores en la conceptualización científica (Herron, 1979; Gilbert, 1980; Cassels y Johnstone, 1983; Llorens, Llopis y Dejaime, 1987), y, aunque en los textos los términos se utilicen correctamente, la decodificación que realiza el alumno puede ser inadecuada si ésta es orientada por

las conceptualizaciones intuitivas o espontáneas que el alumno tiene incorporadas a sus esquemas.

Las diversas concepciones espontáneas que tienen los alumnos con respecto a áreas tan diferentes como biología, física, química, medicina, entre otras, comparten características en cuanto a su naturaleza, a su origen y a su desarrollo (cf.: Pozo, Carretero, 1987), entre éstas se pueden destacar que:

- 1° Surgen de un modo natural en la mente del alumno, como consecuencia de su interacción cotidiana con el mundo que le rodea. Se podrían considerar como “ciencia intuitiva” y resultan adecuadas para predecir resultados en esas experiencias comunes (Osborne y Freyberg, 1985).
- 2° Son construcciones personales del alumno, producto de su personal actividad intelectual.
- 3° Son científicamente incorrectas, porque a menudo el grado de abstracción limitado que posee el escolar, restringe su observación a los aspectos superficiales.
- 4° Suelen ser implícitas, constituyen “teorías en acción” (Driver, 1983, 1986), y muchas veces el alumno no tiene conciencia de poseerlas (metacognición), y por eso tampoco las verbaliza. El niño puede predecir correctamente en función de ellas, pero es incapaz de explicar el porqué de su predicción (Pozo, 1987).
- 5° Pueden ser incoherentes o contradictorias entre sí, sobre todo cuando el niño es pequeño y no ha sido capaz de verbalizarlas.
- 6° Son resistentes al cambio, las concepciones espontáneas o preconceptos en un mismo dominio se relacionan entre sí y se organizan en forma de teorías, adoptando la forma de estructuras jerárquicas, con una función explicativa, ya que sirven para predecir y controlar acontecimientos (Otero y Briones, 1987).

Estos antecedentes permiten inferir que, aunque el preconcepto o la “teoría intuitiva” sea errónea desde una perspectiva científica, está basada en una experiencia fenomenológica cotidiana y, por ello,

no sólo es difícil modificar, sino que puede cambiar absolutamente el sentido de un texto científico, con el agravante que muchas veces el profesor puede pensar que el alumno está “comprendiendo” lo que él, como adulto y especialista en ciencias, espera.

A lo anterior se agrega otro antecedente importante para la comprensión en la enseñanza de la ciencia. Durante años, los profesores que asumieron la concepción piagetana, han pensado que el pensamiento formal actúa con independencia de los contenidos concretos a los que se aplica. Desde allí, se ha pensado que si se proporciona a los alumnos instancias para estructurar su pensamiento formal, ellos estarían en condiciones de entender cualquier concepto científico y, aún más, ellos podrían comprender cualquier texto relacionado con los mismos. Sin embargo, se ha comprobado que no todos los esquemas formales se adquieren simultáneamente ni en forma independiente de los contenidos. Se ha demostrado también, que en la resolución de tareas formales no sólo influye la estructura lógica del problema, sino también el contenido al que éste se refiere. Esta influencia del contenido está mediatizada por las concepciones previas que el sujeto tiene con respecto a ese contenido (Pozo, 1987).

Si se acepta que el lector procesa el texto que lee en función de sus esquemas previos (Condemarin, 1991), es posible suponer, entonces, que el texto de ciencias y el profesor que lo utilizará como recurso, deberían, necesariamente, considerar las concepciones espontáneas o preconceptos que aparecen con mayor frecuencia frente a un área de contenido o de conceptos determinada, para que su acción logre un punto de partida eficaz para estructurar la concepción científica real, utilizando un texto como apoyo a esta tarea.

#### b) *Características del texto*

Hoy, numerosos expertos vinculados al lenguaje están señalando que el vocabulario, la sintaxis y las relaciones tópicas del contenido, pueden ser un obstáculo para acceder al significado que trans-

porta un texto. Eisenberg, ya en el año 1977, señalaba que la estructura del lenguaje afecta la comprensión de lectura en las Ciencias Naturales. Respecto del vocabulario, Cassels y Johnstone (1983), advierten que la comprensión del vocabulario depende del contexto y de su acepción, por lo cual muchas veces resulta en el ámbito científico, en el cual se prescinde del contexto por la precisión que se requiere, difícil reconocer el significado de un término. A ello se agrega otra dificultad: Vigotsky (1962), señala que el niño pequeño e incluso el joven, frente a cada palabra, asocia un alto número de significados que deben irse reduciendo progresivamente hasta lograr mayor precisión. Sería, por tanto, importante frente a la tarea de elaborar un texto en la asignatura, conocer el vocabulario “preteórico” y los significados asignados a cada término en los distintos contextos en que aparecen para que un niño pudiera leer un término científico y comprenderlo en su sentido común (Gilbert, 1980).

Respecto de la sintaxis, también los textos científicos ofrecen dificultades al proceso de comprensión de lectura. Es propio de los escritos científicos utilizar formas verbales en pasivo, oraciones de estructura compleja que a menudo incluyen gran cantidad de anáforas (palabras omitidas que el lector debe inferir), todo lo cual contribuye a dificultar la comprensión.

El lenguaje científico, en general, utiliza escasa redundancia y la información se presenta a menudo con una relación de cadenas causa-efecto que constituyen focos centrales para la comprensión de las redes conceptuales tratadas, en consecuencia que no siempre el alumno ha aprendido a visualizar estas cadenas y muchas veces incluso no tiene, en virtud del desarrollo, posibilidad de lograrlo.

Según Weidler (1984), todos estos planteamientos deberían ayudar al educador a tomar conciencia de las grandes barreras que puede presentar un texto para la comprensión y conceptualización científica del niño y del adolescente.

## **II. Estrategias para mejorar la comprensión en la lectura de textos de Ciencias Naturales**

Cuando los estudiantes tienen algún conocimiento previo de un aspecto científico, ese esquema provee una red para asimilar el nuevo conocimiento (Anderson, 1984; Anderson y Pearson, 1984). Sin embargo, los alumnos no integran espontáneamente sus antiguos y nuevos conocimientos. Los preconceptos o teorías intuitivas necesitan ser abordados, los nuevos conocimientos deben ser presentados de modo cercano y comprensible y, para todo ello, el texto y el profesor deben proveer puentes desde los cuales los alumnos acceden al conocimiento científico propiamente tal.

Una forma de construir estos puentes es a través del uso de analogías. Tierney y Cunningham (1984) definen la analogía como “un método expositivo para comparar núcleos de información que son similares en aspectos esenciales y que permiten trasladar atributos desde la información familiar a la desconocida”.

Se postula en Ciencias Naturales que la utilización de analogías es útil para ayudar al alumno a construir esquemas en tópicos desconocidos (Tierney y Cunningham, 1984; Bern, Singer y Cowan, 1985).

Otros estudios realizados en este campo han demostrado que si bien las analogías en un texto de ciencias ayudan a la comprensión de los conceptos, también es necesario que el profesor enseñe el mecanismo mental que el estudiante debe seguir para transferirlos (Simons, P., 1984).

Bean, T. y col. (1985) señalan que el profesor debe trabajar tres aspectos antes de usar la analogía como auxiliar de la comprensión de textos en ciencias: (1) analizar el texto que apoyará la enseñanza de los conceptos claves, (2) crear analogías apropiadas y elaborar con ellas una guía de estudio, y (3) dar instrucciones a los estudiantes acerca de la forma de usar la guía y el texto.

Investigaciones realizadas en relación a la eficacia de utilizar textos que refuten los preconceptos como un medio para eliminarlos

y sustituirlos por los conceptos científicos adecuados han permitido comprobar efectos significativos, sobre todo cuando se enfrenta al estudiante con redes conceptuales complejas (Hund y Alvermann, 1986). En esta línea de trabajo se han propuesto dos estrategias para ayudar a los estudiantes a abandonar sus concepciones espontáneas o preconcepciones utilizando textos.

Una de ellas propone utilizar una guía de reacción anticipada. Esta consiste en un conjunto de afirmaciones relacionadas con el tema científico que se estudiará, (1) frente a cada afirmación el alumno deberá responder sí o no, utilizando sólo su conocimiento previo, (2) en segundo término, se procede a discutir las respuestas dadas por los estudiantes, (3) a continuación, se les pide que lean el texto preparado por el profesor indicándoles que vayan destacando las posibles discrepancias que encuentran con respecto a sus respuestas anteriores, (4) una vez hecho este ejercicio se les invita a releer sus respuestas espontáneas para descubrir y, si es necesario, discutir con el educador las diferencias (Readence, Bena y Baldwin, 1981).

La otra estrategia propone trabajar en cuatro etapas que se inician (1) con una discusión a partir de una prelectura de un texto preparado para producir desequilibrio en el alumno. Al descubrir que sus preconcepciones no pueden dar explicación al hecho planteado, se le invita a (2) leer un segundo texto que le permita tomar contacto con el concepto adecuado. Este debe explicar los hechos planteados en el primer documento. Una vez realizada la lectura, deben demostrar que ellos la comprenden, a través de la ejemplificación adecuada del fenómeno o concepto científico central presentado. El educador debe (3) ayudar a los estudiantes a comparar sus preconcepciones con los conceptos científicos, para descubrir las deficiencias de los primeros (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982).

Se ha demostrado, también, que la utilización de estrategias metacognitivas al enfrentar al estudiante con un texto científico que presenta nuevos conceptos tiene muy buenos resultados porque mejora la comprensión.



Para fomentar este proceso se sugiere que (1) después de una sesión inicial de orientación destinada a la activación de los esquemas cognoscitivos de los alumnos, se debe destinar algo de tiempo para que (2) en pequeños grupos revisen sus ideas en torno al tema que se está tratando, explicitándolas a través de un poster o utilizando otros medios. (3) Posteriormente, se exponen sus resultados y se realiza un paralelo, destacando los aspectos que necesitan una posterior consideración. (4) En ese momento pueden enfrentarse al texto para comparar sus ideas con las que en éste se exponen. Se recomienda también que escriban anotaciones personales sobre lo que ha ocurrido durante el proceso de aprendizaje (Driver, 1988).

En la misma línea de las estrategias metacognitivas como vías para mejorar la comprensión y recuerdo de la información en ciencias, se circunscribe el planteamiento de Roger Anderson (1986). De acuerdo a Anderson, para que una comunicación en ciencias, oral o escrita, sea fácil de procesar y registrar mentalmente, debe poseer un fluido equilibrio entre conceptos científicos que son conocidos y se repiten en la comunicación y los que se van incorporando. Desde esta perspectiva, la estructura de una comunicación científica debería contemplar oraciones contiguas que contienen material común. Así, la adquisición de un contenido facilitará proactivamente la adquisición del siguiente. Como la comunicación verbal es serial, la presencia de conceptos científicos en unidades de discursos contiguas, se denomina comunalidad. Cuando se presentan elementos verbales nuevos en el texto, se produce una progresión. Si un texto contiene excesiva progresión y reducida comunalidad, pierde eficiencia en términos de medio de aprendizaje científico. Es necesario un grado de progresión acorde con la capacidad de aprendizaje del estudiante; si ésta es muy rápida, impide la comprensión y, si es muy lenta, produce disminución de la atención (Sánchez, 1987).

El método experiencias de lenguaje es también otra forma de crear puentes entre las actividades realizadas por los niños en las clases de Ciencias Naturales y la comprensión de los conceptos científicos. Este consiste en estimular a los alumnos a preguntar y responder usando

indistintamente las cuatro manifestaciones del lenguaje: hablar, escuchar, escribir y leer (Borrow, Kristo y Andrew, 1984).

Acorde con el enfoque constructivista de la enseñanza de las Ciencias Naturales, la utilización de la exposición oral o escrita de los contenidos, es inapropiada para el niño en etapa de desarrollo preoperacional y operacional concreto, porque el lenguaje puede transmitir conceptos y relaciones que no están aún a nivel de la comprensión del alumno (Dickworth, 1964).

Como una forma de mejorar esta dificultad, Ester y Merrit (1976) plantean que es factible utilizar las necesarias experiencias de los niños con actividades manipulativas en ciencias, como una valiosa forma de comunicar sus observaciones a través de experiencias de lenguaje. Estas actividades motivan al niño para leer en función de su necesidad de responder a sus observaciones, incentivan entonces el deseo de leer textos de ciencias y aproximan al niño a la comprensión de conceptos científicos y sus relaciones.

Borrow y Andrew (1981) proponen una estrategia de “Experiencia de Lenguaje en Ciencia” (S.L.E), que consta de 5 etapas: (1) el profesor provee material para que el alumno manipule y utilice al mismo tiempo preguntas que lo lleven al plano del análisis y de la discusión. (2) Los niños comparten sus observaciones y las escriben. (3) Interpretan sus observaciones a través del dibujo. (4) Comparten sus ilustraciones y se comunican sus descubrimientos. (5) Buscan información adicional para corroborar o rechazar sus hipótesis o sus interpretaciones. Esta estrategia además de permitir un trabajo científico por descubrimiento a partir de los esquemas conceptuales del niño, permite aumentar el conocimiento del vocabulario y mejora la comprensión. Esta forma de enseñar ciencias en educación básica demuestra al estudiante que la ciencia, además de entretener, le brinda información. La experiencia de lenguaje en ciencias permite desarrollar, también, habilidades propias de las disciplinas científicas tales como observar, clasificar, medir, inferir, predecir, interpretar datos y comunicar.

## Bibliografía

- Anderson, R.** (1984). "Role of the reader's schema in comprehension, learning and memory". In *learning to read in american schools: Basal readers and content texts*. Editado por Richard C. Anderson. N.Y. Lawrence Erlbaum.
- Borrow, Ll. y Andrew, B.** (1981). "Activity oriented science plus language experience approach". 29 Annual Meeting of the National Science Teacher's Association. New York, April 4.
- Borrow, Ll.; Kristo, J. y Andrew, B.** (1984). "Building bridges between science and reading". *The reading teacher*. nov., pp. 179-193.
- Bean, T.; Singer, H. y Cowan, S.** (1985). "Analogical study guides: improving comprehension in science". *Journal of Reading*. Vol. 29, N° 3, dic., pp. 246-250.
- Britton, B.; Glynn, S.; Meyer, B. y Penland, M.** (1982). "Effects of text structure on use of cognitive capacity during reading". *Journal of Educational Psychology*, 74, pp. 51-61.
- Bromley, D.A.** (1989). "A conversation with D. Allan Bromley", by B.J. Culliton. *Science* 203-246.
- Carretero, M.** (1987). "A la búsqueda de la génesis del método científico: un estudio sobre la capacidad de eliminar hipótesis". *Infancia y Aprendizaje*, N° 38, 53.
- Carretero, M. y García Madruga, J.** (1987). "Lecturas de psicología del pensamiento". Editorial Alianza, Madrid, 1984. En *Infancia y Aprendizaje* N° 38, 46
- Casgrave, M. y Osborne, R.** (1985). "Lesson frame works for changing children's ideas". En R. Osborne y P. Freyberg: *Learning in science*. Hong-Kong: Heinemann.
- Cassels, J. y Johnstone, H.** (1983). "The meaning of words and the teaching of chemistry". *Education in chemistry*. Jan. 10.
- Castañeda, S.; López, M. y Romero, M.** "The role of five induced learning strategies in scientific text comprehension". *The Journal of Experimental Education*. Vol. 55, N° 3, 125-130.
- De Hart, P.** (1991). "Why we must transform science education". *Educational Leadership*, oct., pp. 33-35.

- Driver, R.** (1986). “Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos”. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3, 1986.
- Driver, R.** (1998). “Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 6 (2), pp. 109-120.
- Dickworth, E.** (1964). “Piaget Rediscovered”. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 2, pp. 172-175.
- Ester, W. y Merrit, K.** (1976). “Teaching reading through science experience studies”. *School Science and Mathematics*. Vol. 76, pp. 203-206.
- Gagne, R. y Briggs, L.J.** (1978). “La planificación de la enseñanza. Sus principios”. Editorial Trillas, México.
- Gamble, R.** (1986). “Simple equations in physics”. *European Journal Science Education* g. (1), 27-37.
- Gardner, D.P.** (1983). “A nation at risk: the imperative for educational reform”. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, p. 5.
- Gilbert, J.; Osborne, R.** (1980). “I understand, but I don’t get it. Some problems of learning science”. *School Science Review*. 61 (218), pp. 664-674.
- Hawkins, D.** (1978). “Critical barriers in science learning”. *Outlook* 29, 3-22
- Herron, J.D.** (1979). “Hey, eatch your language”. *Journal of Chemical Education*. Vol. 56, 330.
- Holley, C.D.; Donsereau, D. F. y Fender, R.M.** (1981). “Some data and comments regarding educational set theory”. *Journal of Educational Psychology*. 73, pp. 494-504.
- Holliday, W.; Benson, G.** (1991). “Enhancing learning using questions and adjuncts to science charts” *Science Teaching* 28, 97-108.
- Holliday, W.** (1994). “Cómo ayudar a los estudiantes a aprender con efectividad por medio de los textos de ciencias naturales” En *Una didáctica de las ciencias*, Minnick, S.; Alvermann, D. Ed. Aique, Argentina.
- Hund, C. y Alvermann, D.** (1986). “The role of refutation text in overcoming difficulty with science concepts”. *Journal of Reading*. Vol. 29, N° 8, pp. 440-447, mayo.

- Luria, A.R.** (1980). "Lenguaje y Pensamiento". Editorial Fontanella, Barcelona.
- Moreira, M. y Novak, J.** (1988). "Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos". *Enseñanza de las Ciencias*. 6(1), pp. 3-18.
- Moreno, F.P.** (1985). "Enseñanza y aprendizaje de conceptos en la adolescencia". *Estudios Pedagógicos* N° 11, 27.
- Nussbaum, J.; Novick, S.** (1971). "Brainstorming in the classroom to invent a model: a case study". *School Science Review* N° 72, 771.
- Osborne, R. y Freuberg, P.** (1987). "Learning in Science", Hong-Kong: Heinemann, 1985. Citado en *Infancia y Aprendizaje* N° 38, 43.
- Otero, J. y Briones, I.** (1987). "El aprendizaje significativo de la segunda ley de la termodinámica". *Infancia y Aprendizaje*, N° 38.
- Posner, G.; Strike, K.; Hewson, P. y Gertzag, W.** (1982). "Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change". *Science Education*, Vol. 66, April, pp. 211-217.
- Pozo, J.** (1987). "Y, sin embargo, se puede enseñar ciencia". *Infancia y Aprendizaje* N° 38, 109.
- Pozo, J.L.** (1987). "Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal". Editorial Visor, Madrid.
- Pozo, J. y Carretero, M.** (1987). "Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿qué cambia en la enseñanza de la ciencia?". *Infancia y Aprendizaje* N° 38, 35.
- Readence, J.; Bean, T. y Baldwin, S.** (1981). "Content area reading: an integrated approach". Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Co.
- Simons, P.** (1984). "Instructing with analogies" *Journal of educational psychology*. Vol. 76, pp. 513-527.
- Tierney, R. y Cunningham, J.** "Research on teaching reading comprehension". In Handbook of Reading Research. Editado.
- Van Dijk, T. y Kintsch, W.** (1983). "Strategies of discourse comprehension". New York: Academic Press
- Vigotsky, L.S.** (1962). "Thought and Language". Mit Press, Cambridge.
- Weidler, S.** (1984). "Reading in the content area of science". Mary M. Dupuis editor. I.R.A., pp. 54-65.