

REFLEXIONES

LA DIFICULTAD COMPRESIVA DE LOS TEXTOS DE CIENCIAS. NUEVAS ALTERNATIVAS PARA UN VIEJO PROBLEMA EDUCATIVO*

José A. León¹ y Josip Slisko²

RESUMEN

Este trabajo pretende sensibilizar al escritor, al estudiante y al enseñante sobre dos aspectos interrelacionados. El primero de ellos es recabar la importancia que posee la coherencia del discurso escrito en la comprensión de los textos científicos en general, y de los textos de física en particular. Para ello hemos seleccionado algunos ejemplos extraídos de libros de texto elaborados para la enseñanza secundaria. Se presentan diversos ejemplos sobre descuidos terminológicos que frecuentemente se detectan en este tipo de material escrito, ya sean estos ejemplos en los que un término modifica su significado, bien de manera explícita (e.g. a través de una definición dada por el autor) o bien implícita (e.g. se extrae del contexto). Este tipo de planteamiento produce en el lector, en el estudiante, una ambigüedad excesiva que le hace difícil extraer el significado. El segundo aspecto plantea algunas alternativas que, tenidas en cuenta por el enseñante y orientador puedan reducir, al menos en parte, algunos de los potenciales obstáculos para el aprendizaje académico.

ABSTRACT

This paper is an attempt to make writers, students and teachers sensitive to two interlaced aspects. First, we must emphasize the consistency of the written discourse for the comprehension of scientific texts in general and those of Physics in particular. Hence, we have chosen some samples from secondary education textbooks. A number of examples of terminological inaccuracies are shown that are often identified in this

¹ Universidad Autónoma de Madrid.

² Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

* Trabajo financiado por los proyectos D61CYT (PB97-0040) y CONAC y T (1759-S).

kind of texts where a term shifts its meaning whether explicitly –through a definition by the author– or implicitly –inferred from the context. This creates over-ambiguity for the reader –the student– thus making it difficult to draw the meaning. The second aspect concerns a number of recommendations for teachers and educational psychologists in order to overcome, at least partially, these drawbacks in learning.

PALABRAS CLAVE

Comprensión y aprendizaje de textos científicos, Dificultad comprensiva del discurso científico, Coherencia, Nivel de explicación científica, Proceso de enseñanza-aprendizaje, Educación secundaria.

KEY WORDS

Text Comprehension and Learning, Difficulty in Comprehending Scientific Texts, Consistency, Level of Scientific Explanation, Teaching & Learning Process, Secondary Education.

1. INTRODUCCIÓN

Los libros de texto constituyen una de las principales fuentes de información para los estudiantes de cualquier disciplina académica. No en vano, el texto constituye el principal sistema de transmisión de conocimientos organizados en nuestra sociedad actual. Sin embargo, el hecho de que buena parte de la educación se base en una correcta utilización de los mismos, no siempre garantiza que la comprensión y el aprendizaje de lo que se lee concluya con éxito. Más bien al contrario, una vieja cuestión que aún perdura sin una respuesta precisa consiste en saber por qué los estudiantes fracasan cuando tratan

de adquirir conocimientos de los textos académicos o libros de texto, y cómo los interesados en la educación en general y los profesores y orientadores educativos en particular, podemos enfrentarnos a este problema con alguna garantía de éxito. Este problema se da, en mayor o menor grado, en todas las áreas de las ciencias, en todos los dominios específicos y especializados. Pues bien, aún considerando que se trata de un fenómeno universal y no adscrito a una sola área de conocimientos, hemos preferido seleccionar para los objetivos de este artículo ejemplos tomados de la física, por entender que esta disciplina es quizás la más científica, la más prototípica de todas las ciencias. Una de las claves

que nos permitirá situar y entender un poco mejor este fenómeno será a través de las teorías de la comprensión del discurso y de las propias características del lenguaje de la ciencia. Trataremos de argumentar que en el aula, no siempre lo científicamente correcto puede ser considerado como lo cognitivamente correcto. A estos puntos dedicaremos el grueso de este trabajo.

2. INTRODUCCIÓN A LA PSICOLOGÍA DE LA COMPRENSIÓN DEL DISCURSO Y AL LENGUAJE CIENTÍFICO.

La comprensión de un texto implica una importante actividad cognitiva, un esfuerzo que requiere de las demandas mentales más exigentes. Cuando abordamos un texto académico, este esfuerzo de comprensión se multiplica, pues se incrementa la dificultad comprensiva al tratar con una terminología abstracta y conceptual, así como del requerimiento de estrategias lógicas necesarias para extraer adecuadamente el nivel de explicación dado en el texto. No en vano, autores como Lemke (1990) señalan que el dominio de cualquier discurso científico supone, en gran medida, el dominio de sus formas especializadas de utilización del lenguaje. De hecho, buena parte de lo que aprendemos a lo largo de una carrera universitaria es el uso de una forma especializada del lenguaje: el dominio específico de la disciplina a estudiar. Si adoptamos esta tesis podríamos afirmar entonces que un elemento significativo (quizás el más signifi-

cativo) para aprender a hablar científicamente es la adquisición y uso de sus patrones temáticos. Como es sabido, estos patrones temáticos y sus relaciones semánticas entre términos científicos están altamente estandarizados en cada campo de la ciencia y están presentes en cualquier formato (ya sea éste presentado bajo una exposición cuidadosa del profesor, en un artículo científico o en un libro de texto), por lo que su lectura demanda del lector no sólo de aquellas habilidades que competen a la lectura propiamente dicha, sino también de conocimientos específicos de los que trata el texto (León, 1999).

Por todo ello, no debemos olvidar un problema endémico de las ciencias: su comunicabilidad o, si se prefiere, su grado de transmisión y de comprensión. El discurso científico es un lenguaje extremadamente específico y técnico, más próximo a lo que podríamos denominar como un discurso cerrado. Este tipo de discurso suele abonarse sólo a especialistas, únicos lectores capaces de acceder y compartir este tipo de conocimientos. En el ámbito del conocimiento, este desfase que se produce entre el conocimiento de un experto a otro que no lo es más que notorio. Puede producir y de hecho produce un problema de orden cognitivo. La conceptualización y la abstracción de las ciencias contrastan con los referentes de los objetos y de los lectores que se orientan por la experiencia común (véase a este respecto León, 1999). Este es un *handicap* que debe ser asumido tanto por los escritores que desarrollan su tarea en la escritura de textos científicos, como por

los docentes y orientadores más encargados de los procesos de enseñanza y aprendizaje que conlleva la adquisición de estos conocimientos.

El planteamiento del que hemos partido incide necesariamente en la mejora la comprensión del discurso escrito y del aprendizaje actuando desde un modelo interactivo al que nos hemos referido en otras ocasiones (León, 1991a y b; León, 1996; León, Martín, Pérez, Pérez y Mateos 1996, León, en preparación). Ello conlleva el tener presente diversas perspectivas de manera simultánea, la del lector, la del texto y el contexto de aprendizaje. Sobre este respecto, Beishuizen, Stougerdyk y Van Puten (1994) señalan que para desarrollar de manera completa todo el proceso de aprendizaje, se debe incidirse tanto en factores internos (e.g. estilo de aprendizaje y dominio de conocimiento) como en factores externos (contenido y la estructura del texto, la naturaleza de la tarea de estudio y la instrucción u orientaciones que se le proporcionan al estudiante). Debe tenerse en cuenta que una comprensión pobre puede originarse tanto por la escasez de conocimientos específicos que posee el lector como por la pobreza lingüística con la que se expresa el contenido del texto, o también por unos recursos deficientes o inadecuados del proceso enseñanza-aprendizaje.

Dado el papel que juegan los libros de texto en la enseñanza de las ciencias, resulta especialmente necesario mejorar tanto el diseño del texto, su contenido, el uso de recursos didácticos, planes de escritura (León 1999), a la vez que

se debe incidir en una mejor capacitación de los alumnos para su uso adecuado desde el aula (Guerrero y Slisko, 1977). Actualmente, gracias a la investigación teórica y experimental, se dispone de un vasto conocimiento sobre cómo facilitar la comprensión de los textos de ciencia escolar (e.g. Mayer, 1983; 1989). Existen también múltiples estudios que muestran buenos ejemplos sobre la aplicación de la psicología cognitiva en el ámbito escolar o en la mejora de estrategias de comprensión y aprendizaje (e.g. León, 1991c; Gagné, Yekovich y Yekovich, 1993; Pressley y McCormick, 1995).

3. LA DIFICULTAD COMUNICATIVA DEL DISCURSO ACADÉMICO

Uno de los problemas al que hemos aludido más arriba es la dificultad comprensiva que se produce como consecuencia del problema de la comunicabilidad del discurso científico. Los libros académicos y, muy especialmente, los libros de texto, deben cuidar de manera especial la forma en que se transmite ese lenguaje científico. Se trata, en suma, de facilitar al alumno en la adquisición de ese conocimiento especializado, de hacerlo lo más claro y asequible posible. De otra forma, los estudiantes lo percibirán como un obstáculo importante por resultarles poco familiar y, a veces, impreciso e implícito (Guzzeti Hynd, Skeels y Williams, 1995). Además, los alumnos no sólo se percatan del hecho de que el discurso del libro académico se aleja en exceso del lenguaje cotidiano sino, además, de que ese lenguaje no les proporciona los referentes

mínimos sobre los que construir la coherencia necesaria para entender lo leído. Este problema puede deberse al hecho de que la estructura del discurso escrito suele ser una proyección del discurso científico dirigido a los profesionales y expertos, con un amplio conocimiento acerca del tema y acostumbrados a comunicar la información de una forma muy condensada.

En este trabajo analizaremos ciertos descuidos terminológicos que se suelen detectar en diversos libros de texto de la física, especialmente los escritos para la Educación Secundaria. Estos descuidos terminológicos pueden relacionarse con ese desfase cognitivo al que hacemos referencia en párrafos anteriores. Aludiremos a dos formas en la que se suelen utilizar los términos técnicos y que pueden obstaculizar el aprendizaje estudiantil debido a que rompen la coherencia del texto. Dicho fenómeno, creemos, no se ha estudiado suficientemente de manera experimental. Aducimos dos razones. La primera, porque los libros de texto de ciencia parecen menos atractivos que los textos narrativos. La segunda, porque aún cuando se estudian los textos científicos, los investigadores frecuentemente prefieren construir textos experimentales antes que analizar el contenido de los libros que forman parte de la enseñanza en el aula.

Antes de examinar lo específico de la coherencia de un texto de física, nos resultará útil describir dos tipos de actividades que se desarrollan en el modelo Constructivo-Integrativo propuesto por Kintsch (Kintsch, 1988, 1992), y que se

corresponden con dos niveles diferentes de comprensión. En un primer nivel, la actividad principal se concentra en la extracción de la información semántica del texto. Durante este proceso y, de la misma forma que ocurre con la codificación léxica en la que se transforman las palabras en unidades con sentido, participan diferentes actividades relacionadas con las inferencias: identificar los referentes (e.g. pronombres), conectar los términos sinónimos y reparar las rupturas en la coherencia, agregando la información ausente del texto mediante la realización de inferencias apropiadas. Formamos así la estructura de la coherencia local o más parcial entre una oración y la siguiente. En un segundo nivel, el proceso se torna hacia la propia actividad reflexiva del lector, en la que conecta y relaciona esa información de una manera más lógica y coherente. Como resultado de estas actividades se forma una representación altamente estructurada del texto en la memoria. Conectamos así partes más amplias de la información del texto (e.g. párrafos o apartados) y la integramos con la información procedente de nuestro conocimiento previo, construyendo un nivel de coherencia más global. Tal representación permite varias actividades mentales relacionadas con el texto, tales como recordarlo, resumirlo o responder preguntas acerca de su contenido.

Pero para obtener una comprensión del texto en su nivel más profundo no basta con obtener la representación mental del texto. Resulta indispensable que el lector agregue información complementaria de su propio conocimiento,

con el objeto de verter aquella información que no fue explicitada en el texto. Este proceso permite al lector integrar, a través de la realización de inferencias y de su actividad reflexiva, la información del texto con el resto de su conocimiento (León y cols., 1996). De tal manera, el texto deja de ser una unidad separada en la memoria episódica y se convierte en una parte integral de la memoria a largo plazo. Este nuevo conocimiento resultante, lo que denominamos modelo mental del lector, resulta ahora aplicable a nuevas situaciones en la que el alumno puede resolver problemas no anticipados. En ambos casos, el control de la comprensión de las palabras y oraciones, la detección de problemas de comprensión y de las acciones para resolverlos, se convierten en elementos indispensables de la conciencia metacognitiva, que también forma parte de las estrategias de lectura. Esta estrategia metacognitiva es de tal importancia que hace que el profesor interesado en mejorar dichas estrategias en sus alumnos, deba conocer previamente las creencias que sus estudiantes tengan sobre el material a tratar (Miholic, 1994).

Actualmente poseemos criterios con los que resulta posible mejorar la coherencia de un texto académico (e.g. Britton y Gülgöz, 1991; McNamara y Kintsch, Sohger y Kintsoh, 1996). Así, por ejemplo, Britton y Gülgöz consideran tres principios básicos sobre la forma de reparar el texto con rupturas de coherencia: a), asegurar la coherencia repitiendo las palabras importantes en la oración adyacente; b), arreglar oraciones de tal manera que la parte conocida venga antes que

la parte nueva; y c), usar la misma palabra para referirse al mismo concepto. En uno de los textos seleccionados por Britton y Gülgöz (1991), la guerra de Vietnam, se registraron, en su versión original, 23 términos diferentes para denominar a los oficiales americanos. En la versión mejorada que ellos propusieron utilizaron, para todos los casos, un sólo término.

En este trabajo nos restringiremos solamente a examinar, desde la perspectiva del tercer principio, algunos ejemplos tomados de libros de texto utilizados en la educación secundaria en la asignatura de física. Nos referiremos a este tercer principio de coherencia por considerar que es éste el principio más vulnerable. Cabe mencionar antes de introducirnos en esta materia que la situación de los textos de física escolar resulta mucho más compleja y no siempre se soluciona con remedios tan sencillos. De hecho, suele utilizarse un mismo término, bien para referirse a diferentes conceptos, bien para expresar diferentes “definiciones” de un mismo término y que no son conceptualmente equivalentes. Por otro lado, en los textos de física se suelen mezclar tres tipos diferentes de representaciones. Una de estas representaciones es semántica, formada de palabras y oraciones. Otra es de naturaleza visual o episódica, y se canaliza mediante dibujos, diagramas y fotos. Por último, una tercera es simbólica y se representa mediante fórmulas o ecuaciones matemáticas. Aparte de la coherencia interna que requiere cada una de estas representaciones para construir la coherencia general o global del texto, el lector necesita conectar los tres tipos de repre-

sentaciones entre sí. Como es sabido, el procesamiento simultáneo de la información proveniente de estas tres representaciones, semántica, visual y simbólica, resulta mucho más exigente que el procesamiento de una sola de ellas. La tarea se vuelve aún más complicada para los alumnos si éstos, además, poseen deficiencias en su conocimiento sobre el tema, sobre sus habilidades matemáticas o sobre su cultura visual (Cruz Sosa, Cuéllar del Águila y Slisko, 1993). Aunque en este trabajo nos centraremos tan sólo en analizar la coherencia de la representación verbal, proporcionamos un ejemplo que muestra la ruptura entre la coherencia entre la representación verbal y simbólica:

“El volumen de una cantidad fija de gas mantenida a temperatura constante es inversamente proporcional a la presión de gas. Esta ley suele expresarse matemáticamente de la siguiente manera: $P_1V_1 = P_2V_2$ donde V_1 representa el volumen del gas con una presión P_1 y V_2 el volumen del gas con una presión P_2 .” (Ejemplo tomado de Valdés Galicia y cols., 1995, p. 29).

La transición de la representación semántica a la simbólica no resulta transparente para la gran mayoría de los alumnos que se enfrentan a ella. Difícilmente podrán establecer la equivalencia matemática entre que “el volumen sea inversamente proporcional a la presión” y que “el producto de la presión por el volumen sea constante”. Para la resolución de este caso el lector necesita realizar una integración entre estos dos tipos de información. Pues bien, una forma con la que se podría facilitar dicha integración

sería la de incluir en el texto una representación gráfica que expresara la relación entre la presión y el volumen del gas en estos procesos isotérmicos.

4. EL DESORDEN TERMINOLÓGICO EN LOS LIBROS DE FÍSICA

Antes de proporcionar algunos ejemplos sobre ciertos descuidos terminológicos que suelen aparecer en los libros de texto de física, cabe señalar que tal fenómeno no es algo que se observe únicamente en el ámbito educativo de la Educación Secundaria. Algo similar ocurre en los textos de física universitaria. A decir verdad, este es un problema que transgrede el ámbito de la física e incluso de una sola cultura. Existe una multitud de casos representativos de diferentes países. El siguiente ejemplo es una muestra de ello:

*“**Sound** is a continuous flow of **sound energy**.*

***Sound** is produced by **vibrations** which travel through a material of **medium**.*

***Waves of sound energy** are generated by a vibrating object and spread out in all directions.*

*A **sound wave** is a series of **pressure changes** (caused by a vibrating source) which travel through a material. When any **sound wave** is produced... **waves of energy** travel in all directions away from the bang. The molecules move forward and backwards regularly along the **transmission of the path of energy in the wave**.”* (Párrafo tomado de S. Cooper, W. Deloughry, M.

Hiscock P. Naylor (1992), Complete Coordinated Science. Physics. Oxford: Heinemann Educational, p. 76).

Una traducción aproximada en nuestro idioma podría ser ésta:

“El sonido es un flujo continuo de energía sonora. El sonido se produce por las vibraciones que viajan a través del material del que esta compuesto el medio. Las ondas de la energía sonora están producidas por un objeto vibrante y se expanden en todas direcciones. Una onda sonora es una serie de cambios de presión (causados por una fuente vibrante) que viajan a través de un material. Cuando se produce cualquier onda sonora... las ondas de energía viajan en todas las direcciones alejándose del “bang”. Las moléculas se mueven regularmente hacia delante y hacia atrás a lo largo de la transmisión de la trayectoria de energía de la onda”.

Remitiéndonos al texto, el lector se enfrenta a una encrucijada de equivalencias en las que debe evaluar y confirmar si son o no son tales equivalencias y si se ajustan o no a sus patrones temáticos anteriormente descritos. Por ejemplo, el lector debe confrontar si la frase “las vibraciones que viajan a través del material del medio” se corresponde con “el flujo continuo de la energía sonora” y si éstas, a su vez, son equivalentes con “las ondas de la energía sonora que se expanden en todas direcciones”. El lector también puede cuestionarse si “una onda sonora” significa lo mismo que “una onda de energía”.

4.1. Términos incorrectamente definidos o

sin definición

Diversos estudios previos sobre el tema revelan que, con cierta frecuencia, en libros de texto en general y de física en particular, aparecen términos mal definidos (Slisko, 1993b) e, incluso, sin definición alguna. En términos tales como *electricidad, magnetismo, carga eléctrica, energía eléctrica* o *radiación* suele observarse este fenómeno. El problema sobre la definición del término se agrava aún más cuando, facilitado por el contexto, un término no definido explícitamente puede desembocar en la activación de significados diferentes. Por ejemplo, refiriéndonos al término “electricidad”, los alumnos, en diferentes puntos de un texto pueden llegar a pensar que los conceptos “corriente eléctrica”, “carga eléctrica”, “fuerza eléctrica” o “energía eléctrica” son equivalentes. En tal caso, resulta poco probable que esos estudiantes puedan ser capaces de establecer un nivel de coherencia adecuado de los contenidos leídos.

En otros casos, los autores muestran explícitamente la utilización de un mismo término para referirse a conceptos diferentes. Por ejemplo, en uno de los textos analizados, los autores expresan lo siguiente:

“... la corriente eléctrica consta de cargas en movimiento...” (Valdés Galicia et al., 1995, p. 129).

“... una corriente eléctrica se define como la cantidad de carga que pasa por un punto dado en una unidad de tiempo.”

(ibid., 1995, p. 130).

En este ejemplo se utiliza el término “corriente eléctrica” para denominar simultáneamente dos conceptos distintos. Uno se identifica como un proceso físico (movimiento de partículas cargadas, y no simplemente “cargas” como señalan los autores). Otro concepto que aquí se menciona hace referencia a que la corriente eléctrica es una cantidad que describe tal proceso y que se denomina “intensidad de la corriente eléctrica”.

Si asumimos que buena parte del aprendizaje dentro del aula se relaciona de manera importante con la lectura que los alumnos realizan en los libros de texto, debemos asegurarnos que dichos alumnos puedan interpretar de la manera más precisa posible el contenido del texto. Sin embargo, si bien suele ocurrir que en textos diferentes puedan encontrarse distintas conceptualizaciones sobre un mismo término (Slisko, 1993a), sorprende que este hecho se produzca en el mismo texto. Sirvanos como ilustración el siguiente ejemplo tomado de otro libro de texto en el que un mismo concepto (e.g. masa) se enlaza con tres sentido de masa diferentes:

- *masa como inercia de la energía,*
 - *masa como cantidad de materia contenida en un cuerpo;*
 - *masa como la medida de la inercia* (ejemplos tomados de Juárez, Lara y Rodilla, 1997).
- Veamos este otro ejemplo que

hace referencia a cuatro diferentes conceptualizaciones del calor:

- *calor como energía en el cuerpo*
- *calor como energía transferida al cuerpo*
- *calor como energía en tránsito entre los cuerpos*
- *calor como transferencia de energía* (ejemplos tomados de Romo Delgado y Terrazas 1998).

Como consecuencia de ello, también en este caso resulta difícil establecer la coherencia global del texto. Es imposible que los estudiantes construyan un significado adecuado de un concepto si encuentran en el mismo texto tres o más definiciones diferentes y, a veces, que estas mismas definiciones sean excluyentes entre sí. Los alumnos pueden emplear tiempo y esfuerzo que puede resultarles estéril cuando intentan establecer la coherencia global o cuando tratan de dar sentido a algo que es, por definición, contradictorio.

Casos similares también ocurren en textos españoles escritos para la E.S.O. Sirvanos este ejemplo:

“... Si acercamos dos cuerpos que estén a diferente temperatura, espontáneamente se transfiere energía del más caliente al más frío, hasta que se igualan sus temperaturas. A este flujo de energía lo llamamos calor...” (Tomado de Dou, J. M., Masjuan, D. y Pfeiffer, N., 1998, p. 78).

“El agua se calienta porque recibe energía de la placa incandescente. Esta energía transferida por diferencia de tem-

peratura es el calor". (ibid p.78, figura 19).

O bien este otro ejemplo:

"... Se produce una variación de la energía interna, lo que indica un flujo de energía de un sistema a otro. Este flujo recibe el nombre de transmisión calorífica o calor."

"...El calor es la energía transferida de un sistema a otro como consecuencia, exclusivamente, de una diferencia de temperaturas..." (Ejemplos tomados de Martín Ruiz, Fraile y Carrascosa 1998, p. 89).

En estos dos últimos ejemplos no se aprecia la diferencia entre "flujo de energía" (es un proceso físico) y "energía transferida" (es una cantidad física). El proceso como tal no se puede medir. Para caracterizarlo se introducen cantidades físicas como "calor" o "flujo de calor" que si se pueden medir y que tales cantidades sí necesitan unidades de medida. Esta incoherencia en las definiciones puede causar confusión en los alumnos. Cabe resaltar que el currículum actualmente vigente de la E.S.O. requiere la definición de calor como un proceso de intercambio energético.

4.2. Expresiones técnicas complejas: ¿Son siempre sinónimos?

La incoherencia del texto puede también generarse por el uso de ciertas expresiones especializadas que los autores inventan con la sana intención de no repe-

tirse, pero que en muchos casos producen, sin saberlo, un material idóneo para la aplicación del tercer principio reparador de Britton y Gülgöz (1991). Como se trata de combinaciones de términos técnicos, su significado no siempre resulta transparente, sino que requiere del estudiante un esfuerzo inferencial añadido que no siempre garantiza una comprensión completa. ¿Son, desde el punto de vista de los alumnos, sinónimos los términos "onda infrarroja", "rayo infrarrojo" y "radiación infrarroja"? (Romo et al., 1998). A veces, el número de diferentes sintagmas que supuestamente tienen el mismo significado es mayor de tres, y el número de términos combinados en ellos es mayor que dos. Veamos el siguiente ejemplo:

"líneas de fuerza magnética"
(Juárez Lomeli et al., 1997, p. 104)

"líneas de flujo magnético" (ibid., p. 104)

"líneas del campo magnético"
(ibid., p. 104)

"líneas de fuerza del campo magnético" (ibid., p. 135)

El uso de sinónimos es usual y podríamos decir que hasta "obligatorio" en la narración. Pero el uso de sinónimos puede realizarse porque la información de la que parte el lector es lo suficientemente grande y no le proporciona mayores problemas. Ahora bien, el uso de términos sinónimos en las ciencias no sigue el mismo criterio. En el lenguaje científico, el término técnico se utiliza, por el contrario, para romper la ambigüedad del lenguaje cotidiano, para ubicar de manera más precisa la delimitación del término a

que se refiere. El uso de sinónimos puede realizarse siempre que vaya acompañado de una aclaración inicial que sirva de referencia al lector y no le despieste. Debe tenerse en cuenta que los alumnos difícilmente pueden considerar si estas expresiones son o no sinónimas entre sí. Si se perciben como sinónimos, entonces, los subterminos “fuerza magnética”, “flujo magnético”, “campo magnético” y “fuerza del campo magnético” deberían tener el mismo significado o, al menos, muy similar. Pero tal conclusión valdría tan solo para el primer y el cuarto término (líneas de fuerza magnética y líneas de fuerza del campo magnético), mientras que los tres primeros términos expresados en el ejemplo significan en la física conceptos muy diferentes. Un nuevo ejemplo apunta en la misma dirección:

“*flujo de corriente eléctrica*”
(Romo et al., 1998, p. 110)

“*flujo de electrones*” (ibid., p. 111)”

“*flujo de carga*” (ibid., p. 111)

“*flujo de la carga eléctrica*” (ibid., p. 113)

“*flujo de la corriente de electrones*” (ibid., p. 113)

En este caso, ¿puede considerarse con idéntico significado las expresiones “flujo de corriente”, “flujo de electrones” o “flujo de carga”? Al usar tales combinaciones de manera aleatoria se corre el riesgo de que los alumnos sufran cierta frustración al no poder encontrar razones que les permitan establecer esa similitud aparente o, lo que es aún peor, que puedan encontrar razones extrañas para esta-

blecer el uso de diferentes combinaciones entre términos tan poco claros que, como en este caso en particular, serían electrones, corriente, carga y flujo. De hecho, viendo todas estas combinaciones, el alumno puede generarse la falsa creencia de que “cuántas más palabras formen una frase, más profunda será la física que refleja”. Puestos a pensar, los alumnos podrán producir otras nuevas como *corriente de flujo de electrones, corriente de flujo de carga, flujo de electrones de corriente, flujo de electrones de corriente de carga, carga de flujo de corriente de electrones...* El aprendizaje de la física se convierte así en un juego terminológico donde el sentido conceptual puede perderse por completo.

4.3.- La densidad léxica

Otra característica de los textos académicos es su densidad léxica o, lo que es lo mismo, la concentración excesiva de términos técnicos en una o pocas frases. Las definiciones son *per se* expresiones con una carga léxica importante. Aunque tienen una función clara, acotar el concepto que se desarrolla de la forma más concisa posible, dificulta enormemente la comprensión y demanda una ayuda complementaria por el docente o por el propio texto. Cuando esta ayuda extra no aparece o resulta insuficiente, repercute directamente en la comprensión del alumno. Veamos el siguiente ejemplo:

El movimiento armónico simple es el movimiento periódico, sin rozamiento, producido por una fuerza recuperadora

que es directamente proporcional al desplazamiento y aplicada en la misma dirección pero de sentido contrario. (Tomado de Peña y García, 1996, p. 14).

Esta definición contiene los siguientes conceptos especializados: movimiento, armónico y simple, periódico, rozamiento, fuerza recuperadora, desplazamiento. El lector además de activar estos conceptos debe relacionarlos entre sí mediante la puesta en marcha de otros conceptos íntimamente relacionados y que establecen la conexión entre los primeros. Estos son “directamente proporcional”, “misma dirección” y “sentido contrario”. Así, el lector debe inferir que el movimiento armónico simple y el movimiento periódico sin rozamiento son sinónimos, pero con un matiz difícil de desvelar puesto que se produce por una fuerza que recupera no sabemos muy bien qué, y que esa fuerza es :

- directamente proporcional al desplazamiento.
- se aplica en la misma dirección (suponemos que del movimiento).
- es de sentido contrario (¿también al movimiento?).

A pesar de lo conciso de la definición, al estudiante pueden quedarle demasiadas lagunas para establecer la coherencia del texto. Podemos añadir incluso que estas definiciones trasgreden las claves del procesamiento cognitivo de la información, ya que extralimita las propias restricciones cognitivas del lector.

5. LA MEJORA DEL TEXTO

CIENTÍFICO.

A lo largo de los apartados anteriores hemos tratado de describir como el descuido terminológico o la ambigüedad excesiva de los conceptos que aparecen en los textos académicos en general, y los de la física en particular, pueden desencadenar serios problemas de comprensión en los alumnos de secundaria. Estos problemas de comprensión se suelen originar por la imposibilidad de establecer los niveles de coherencia necesarios para canalizar adecuadamente todo el proceso de comprensión. Se establece así una relación directa entre la presentación ambigua o el descuido terminológico de los conceptos en el texto y las interferencias o “ruidos” que se producen en los niveles de coherencia primero y en la comprensión posterior que obtiene el lector. Por este motivo consideramos que este problema merece ser objeto de estudio y de búsqueda de soluciones que mitiguen la dificultad de comprender la ciencia.

Conviene advertir, sin embargo, que no siempre es así. El resultado de la comprensión dependerá de dos factores determinantes y atribuibles a los lectores: el nivel de conocimientos que posee sobre el tema en cuestión y de sus habilidades lectoras. Si el lector es competente en ambos casos, se hallará en buena disposición para desplegar sus conocimientos específicos y poder “reparar” la incoherencia o la imprecisión de la información textual. Como es sabido, el conocimiento previo es esencial en el proceso de búsqueda de la coherencia global, de la misma manera que la destreza lectora lo

es para establecer la coherencia local. A mayor nivel de conocimientos y habilidades del lector, mayor capacidad poseerá el lector para reparar la coherencia (global y local) y menor necesidad requerirá de la cohesión de las ideas explicitadas en el texto (León, 1999). Tal es el caso de los expertos en dominios específicos respecto a textos académicos de su interés o de aquellos lectores ávidos en lecturas noveladas para la narración. Algunos investigadores (e.g. McNamara y et al., 1996) han advertido del peligro que puede entrañar una excesiva coherencia del texto ya que, aunque beneficia a lectores con déficit en su nivel de conocimiento o con pocas estrategias lectoras, puede perjudicar a lectores más hábiles quien consideren atractivo, como desafío personal, desvelar la congruencia de un texto. Desgraciadamente, este no suele ser el caso de los alumnos de secundaria, quienes en su mayor parte requieren de apoyo extra para la obtención de un conocimiento mejor estructurado e integrado.

Por el contrario, una consecuencia directa que suele asociarse al excesivo uso de términos y definiciones o a las imprecisiones o ambigüedades cuando se trata de definirlos tal y como hemos analizado en los ejemplos expuestos, es lo que podríamos denominar "terror a las definiciones". La definición es como un dogma de fe, donde se promueve la idea de que aprender la física es poder repetir de manera literal las definiciones tal y como se expresan en el texto y lejos de que puedan ser comprendidas. Se potencia así un aprendizaje reproductivo, memorístico y poco significativo para el alumno. Esta

suele ser una estrategia por defecto, un intento casi desesperado por tratar de acercarse al contenido del texto. Pero, así entendida, esta concepción de la comprensión se aleja de la que partíamos al inicio de este trabajo. Asumimos que la comprensión requiere de un importante esfuerzo mental para extraer el significado. Este esfuerzo mental es aún mayor cuando abordamos una terminología abstracta y conceptual y en la que se necesita, además, utilizar aquellas estrategias lógicas necesarias para extraer adecuadamente el nivel de explicación dado en el texto. Este aspecto es, sin duda, uno de los que más afecta a la comunicabilidad de la ciencia, al conocimiento científico. Por ello, en este apartado, trataremos de sugerir algunas vías que pueden ayudar a una mejor comprensión de los conocimientos científicos.

Los textos científicos, al igual que otras facetas del discurso científico esta repleto de explicaciones, en su mayor parte explicaciones causales sobre las que el alumno o lector debe reflexionar. Los libros de texto, como las explicaciones en las ciencias, resultan a los estudiantes más interesantes cuando mejor se comprenden. Ya que éste es un requisito imprescindible para abordar con garantías el texto científico, los contenidos de los textos deben facilitar en los alumnos la creación de un modelo mental básico donde situar las coordenadas de los conocimientos científicos y poder disponer de un modelo explicativo. Para generar este modelo debemos tener presente la importancia de la conexión entre los conocimientos académicos y los cotidianos

(especialmente en secundaria). Una manera de facilitar esta conexión sería: 1), partir de concepciones estudiantiles sobre fenómenos físicos y articular su manera de hablar de tales fenómenos y, 2), negociar el significado de cada nuevo término que ellos consideran útil de usar para profundizar su comprensión. Como es sabido, el nivel de aprendizaje que obtiene el alumno está directamente relacionado con el modelo mental que sea capaz de generar. Esa es la garantía de que el alumno ha comprendido el concepto y puede entonces aplicarlo en situaciones nuevas, como resolver un problema. Tan importante resulta esta fase que puede afirmar que si no hay modelo mental no hay aprendizaje significativo. Por ello, el autor debe tener presente el nivel de conocimientos previos potencial del que parte el alumno y de sus habilidades, para poder adecuar y explicitar de manera cuidadosa el modelo y las asunciones teóricas que el experto realiza sin aparente dificultad en situaciones cotidianas. En otras palabras, el experto debe saber conectar entre los conocimientos cotidianos por todos compartidos y los conocimientos científicos específicos que se desean enseñar. Los textos académicos deben revisarse cuidadosamente para facilitar la construcción del esquema mental necesario o, si éste ya se posee, de poder mejorarlo. En la medida que los textos se mejoren resultarán más coherentes para el aprendiz. El contenido resultante debe potenciar la realización de inferencias, tanto referenciales como causales, todas ellas esenciales para mejorar la construcción del modelo mental de la situación descrita en el texto. La presen-

cia de gráficos e imágenes o la aportación de buenos ejemplos son, sin duda, excelentes aliados en la lucha contra la dificultad comprensiva.

Como ya hemos venido recalcando en el párrafo anterior, en el discurso escrito se debe establecer un delicado equilibrio entre el peso del saber conocido y el saber nuevo en el que se han de ir dosificando en un equilibrio continuo. Este equilibrio remite directamente a la comprensión e inteligibilidad del texto. Otros recursos, también importantes, aluden al uso de un programa de estrategias de escritura como el uso de reformulaciones, paráfrasis, definiciones o secuencias textuales explicativas. También el uso de analogías como ejemplos, metáforas o comparaciones son facilitadoras de la comprensión y del aprendizaje. El orden y la claridad de las ideas también puede mejorarse con una planificación de las ideas y con una sintaxis sencilla.

6. EL PAPEL DEL DOCENTE Y DEL ORIENTADOR EDUCATIVO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

Como es sabido, los conocimientos académicos son el resultado de un modo científico específico de observación y reflexión. Nos guste o no, los conceptos científicos representan el mejor conocimiento objetivo disponible y que está garantizado por el procedimiento científico. Didácticamente, la no reductibilidad de los conceptos científicos al lenguaje de las observaciones cotidianas es quizás la

principal razón por la que la ciencia debe ser enseñada de manera explícita. Esta enseñanza de la ciencia requiere necesariamente de la ayuda del docente. Hasta aquí no nada que objetar. Pero una máxima que no conviene transgredir es que lo que consideramos como científicamente correcto no siempre se corresponde con lo cognitivamente correcto. Cada vez somos más autores los que compartimos la idea de que existe un modo de pensar natural, un paralelismo entre el modo narrativo de pensamiento propuesto por Bruner (1986) y los conceptos cotidianos por un lado y, por otro, un paralelismo entre el modo paradigmático y los conceptos científicos. Este pensamiento científico, alejado del natural, se basa en la comprensión de conceptos que suelen ser de dos tipos. El primero de ellos se apoya en la validez de los resultados científicos y provienen de la distinción entre el lenguaje empírico en el que las observaciones (contextuales) son observadas. El segundo tipo de conceptos se sustenta en un lenguaje teórico en el que estas observaciones se derivan de afirmaciones (descontextualizadas) sobre leyes de la naturaleza (véase a este respecto, Nagel, 1961). Así, el concepto científico aborda tanto un lenguaje formal como procedimental, basado en un formato silogístico antes que heurístico.

En este contexto, el término conocimiento científico significa justamente que la manera en que el conocimiento es adquirido por el niño en la escuela es opuesta al de la vida diaria (Wertsch, 1985). El énfasis en la naturaleza sinóptica y descontextualizada de estos

conceptos, la manera lógica y sistemática en la que son presentados, implica que la atención del estudiante se dirige más a apuntalar dichos conceptos y sus interrelaciones que a establecer sus referencias con la realidad. Así, existe un abismo no sólo de conocimientos, sino de formas de pensar entre el conocimiento cotidiano (familiar al alumno) y el conocimiento científico (más complejo y distante). En realidad, todos los ejemplos aquí expuestos no vienen más que a evidenciar esta enorme distancia y sus consecuentes dificultades en la comprensión. Desde esta perspectiva, podemos de nuevo aplicar esta máxima en cualquier fase del proceso enseñanza-aprendizaje, aludiendo a la carencia de recursos didácticos que se requieren para mejorar la comunicabilidad de la ciencia. Así, de la misma manera que podríamos afirmar que el ser un experto en un dominio específico no es condición suficiente para escribir adecuadamente un texto académico, o que el saber mucha física (o sobre cualquier otra disciplina), no es tampoco condición suficiente para saber enseñarla. En ambos casos se necesita conocer a qué lectores u oyentes potenciales va orientado el texto/discurso y de qué estrategias y recursos didácticos contamos para enfrentarnos con los posibles problemas de comunicación. Esta puede ser una razón de peso que nos permita reflexionar sobre cómo plantearnos una mayor sensibilidad para revisar y mejorar la comprensibilidad de los textos académicos, o sobre cómo organizar los contenidos y las actividades prácticas en el aula, o sobre complementar o sustituir, si llega el caso, el texto por un discurso oral. En otras pala-

bras, cómo cubrir las importantes carencias que los textos generan sobre los contenidos escolares.

La comprensión de la ciencia requiere reflexión, máxime cuando la ciencia se nos presenta en el aula de manera tan “comprimida”. La reflexión suele ser una buena estrategia y un instrumento imprescindible para el aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, conviene recordar que muchos textos científicos o el contenido que se imparte en el aula, el aprendizaje esta dissociado del contexto real de donde proviene el contenido teórico e incluso de una práctica que requiera de una participación actual, lo que dificulta una reflexión efectiva por parte del alumno. Así, el resultado del aprendizaje será con toda probabilidad menos efectivo, a la vez que resultará más tedioso y directamente más dirigido a obtener buenas calificaciones que a la obtención de un aprendizaje más significativo aplicable en algún contexto válido. En muchos casos, los libros de texto o los profesores hacen escasas referencias a actividades dentro de un contexto, probablemente porque les induce la idea de la descontextualización y la reflexión se hace aún más difícil en una situación sin referencias para el alumno. En el mejor de los casos, el conocimiento científico sólo se enseña bajo ciertas restricciones y se aplica dentro de un contexto muy reducido de prácticas. El conocimiento así desarrollado es un *conocimiento-fuera-de-contexto* y siempre hará más difícil a los alumnos extraer el significado de lo que están aprendiendo.

Pero el hecho de que los concep-

tos científicos difieran de los términos cotidianos, aumenta la necesidad de plantearnos actividades que requieran del alumno cierto tipo de reflexiones, de pensamiento crítico que les facilite el acceso y uso de los conocimientos científicos. De hecho, podríamos afirmar sin temor a equivocarnos que la forma de presentar la información científica promueve necesariamente la reflexión y, a la inversa, porque la reflexión es necesaria para poder comprender todo su significado. En tal caso, la naturaleza de la reflexión no tiene por qué ser silogística o heurística (ni paradigmática o narrativa, en términos de Bruner) y sus resultados (el concepto) puede variar en grados de generalidad, sin que quede completamente descontextualizado. Lo más importante de destacar aquí es que esos conceptos científicos representan un producto de reflexión ya comprimido por expertos y que en el aula puede parecerse a una contribución propia que continúa, por así decirlo, el diálogo que diversos especialistas ya iniciaron en los textos. Por lo tanto, el desarrollo de la reflexión en la educación puede estimular la reflexión en sí misma, pero como señala Applebee (1995), el aprendizaje requiere de *conocimiento-en-acción* en lugar de *conocimiento-fuera-de-contexto*. Este conocimiento en acción debe estar sistemáticamente ligado a la práctica y se hace necesario aprender a utilizarlo en la medida de que el alumno sea capaz de participar en dicha práctica (véase a este respecto León et al., 1998).

Las preguntas que se generan en la clase son también una manifestación de reflexión. El tipo de pregunta y su

contexto depende tanto del profesor como de los alumnos. Así, en los alumnos influye mucho el estilo de aprendizaje, la habilidad del estudiante o la complejidad del contenido. En la vida cotidiana fuera de la escuela, la mayor parte de las preguntas que se realizan espontáneamente son genuinamente hechas para buscar información que trate de producir alguna información olvidada. Varias asunciones deben ser planteadas antes de categorizar la posible pregunta como de genuina. Entre estas se encuentran, la persona que hace la pregunta, a), no conoce la respuesta correcta, b), cree que la persona a quien dirige la pregunta puede proporcionarle dicha respuesta, c) él está interesado en la respuesta (van der Meij, 1987). Bueno, pues los profesores tradicionales como los libros de textos trasgreden sistemáticamente estas asunciones cuando sus alumnos preguntan al ofrecerle respuestas demasiado distantes, ambiguas y técnicas. Sin embargo, aquellos expertos que explican y saben explicar ciencia, que escriben y saben escribir temas propios de la ciencia, aproximándolos a la comprensión de los sujetos no expertos, son sencillamente excepcionales. Quizás una de las cuestiones que estos expertos se hacen sea precisamente averiguar las preguntas que los alumnos se hacen sobre el tópico y apropiárselas. Imaginarse el nivel de conocimientos supuestos del lector u oyente potencial es una buena base para determinar lo que se debe decir y no decir. Resulta más que probable pensar que una conexión válida entre explicaciones espontáneas o cotidianas y científicas, resulta un argumento de peso en

una explicación científica. Los profesores pueden generar, basados en su conocimiento previo, explicaciones cotidianas para que los alumnos puedan o intenten articular explicaciones científicas basadas en principios de la ciencia. Las explicaciones que estos enseñantes construyen suelen ser explícitas, relevantes, ordenadas, precisas e informativas. En otras palabras, explicaciones que proporcionan una evidencia suficiente para el oyente o lector, de tal manera que el estudiante puede establecer sus referencias entre los conocimientos científicos y la realidad. La clave de este proceso combina una sabia mezcla de pensamiento en acción y contextualización de los contenidos. De esta manera el enseñante, además de transmitir al alumno los contenidos propios de la asignatura que imparte, es capaz de incitarle a que trabaje con esos contenidos de manera activa, implicándole directamente en la tarea, potenciando en el alumno la reflexión y la actitud crítica.

BIBLIOGRAFÍA

APPLEBEE, A.N. (1995). *Curriculum as conversation. Transforming traditions of teaching and learning*. Chicago; University of Chicago Press.

BEISHUIZEN, J., STOUJESDIJK, E. y VAN PUTTEN, K. (1994). Studying textbooks: Effects of Learning Styles, Study Task, and Instruction. *Learning and Instruction*, 4, 151-174.

BRITTON, B. K. y GÜLGÖZ, S. (1991).

- Using Kintsch's Model to Improve Instructional Text: Effects of Repairing Inference Calls on Recall and Cognitive Structures. *Journal of Educational Psychology*, 83, 329-345.
- BRUNER, J.S. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, M. A.: Harvard University Press.
- CRUZ, S., CUELLAR, R. y SLISKO, J. (1993). Representación visual del texto de problemas físicos: Una vía hacia ideas estudiantiles. *II Congreso Nacional de la Investigación Educativa*, Xalapa, Veracruz, Octubre de 1993.
- COOPER, S., DELOUGHRY, W., HISCOCK, M., y NAYLOR, P. (1992): *Complete Coordinated Science: Physics*. Oxford: Heinemann Educational.
- CUELLAR, R., Y SLISKO, J. (1993). Mysterious Traveller Named Vibration: A Case Study in Pupils' Comprehension of Primary Science Textbook Language. *III International Seminar on Misconception and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Cornell University, Ithaca.
- DOU, J. M., MASJUAN, D. y PFEIFFER, N. (1998). *Física y Química*. Ciencias de la Naturaleza 4º E.S.O. Barcelona: Editorial Casals.
- GUZZETI, B. J., HYND, C. R., SKELLS, S. A. y WILLIAMS, W. O. (1995). Improving Physics Texts: Students Speak Out. *Journal of Reading*, 38, 656-663.
- GAGNÉ, E. D., WALKER YEKOVICH, C. y YEKOVICH, F. R. (1993). *The Cognitive Psychology of School Learning*. Second Edition. New York: Harper Collins College Publishers.
- JARA, S. y SLISKO, J. (1977). El libro de texto en la enseñanza de ciencias naturales. *Ciencia Nicolaita*, 14, 27-33.
- JUAREZ LOMELI, F., LARA SOLIS, M. E. y RADILLA VARGAS, F. (1977). *Física Básica 2*. México, D. F.: Ediciones Quinta Sol.
- KINTSCH, W. (1988). The Use of Knowledge in Discourse Processing: A Construction - Integration Model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- KINTSCH, W. (1992). Text Comprehension, Memory, and Learning. *American Psychologist*, 49, 292-303.
- LEMKE, J.L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and values*. NJ.: Ablex Pub. Corp.
- LEÓN, J.A. (1991a). La mejora de la comprensión de textos expositivos: Un análisis interactivo. *Infancia y Aprendizaje*, 56, 5-24.
- LEÓN, J.A. (1991b). La Comprensión y recuerdo de textos expositivos: Un análisis de algunas características del texto y del lector. *Infancia y Aprendizaje*, 56, 51-76.
- LEÓN, J.A. (1991c). Intervención en estrategias de comprensión: Un modelo basado en el conocimiento y aplicación de la estructura del texto. *Infancia y Aprendizaje*

dizaje, 56, 77-91.

LEÓN, J.A. (1996). La Psicología cognitiva a través de la comprensión de textos. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 49, (1), 13-25.

LEÓN, J.A. (1996). *Prensa y Educación. Un enfoque cognitivo*. Buenos Aires: AIQUE.

LEÓN, J.A. (1999). Mejorando la comprensión y el aprendizaje del discurso escrito: estrategias del lector o estilos de escritura. En J.I. Pozo y C. Monereo (Coord.), *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Santillana (pp. 153-170).

LEÓN, J.A., MARTÍN, A., PÉREZ, M., PÉREZ, O. y MATEOS, M. (1996). Las inferencias en la comprensión del discurso. En J.A. León, A. Martín y O. Pérez (Eds.), *La comprensión de la prensa en contextos educativos*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. y CIDE.

LEÓN, J.A., VIZCARRO, C., MATEOS LIEBANA, C., HERNÁNDEZ DEL MURO, A., PECHARROMAN, I., PICARDO, C., MARTIN, E., ESCUDERO, I., PÉREZ, O., BARROSO, M., MARTÍNEZ, M., MARTINS, A., y PARRA, A. (1998), *Un proyecto constructivista de intervención en la enseñanza de las Ciencias. Un proyecto cooperativo*. Memoria del CIDE no publicada.

LEÓN, J.A. (en preparación). Hacia un modelo interactivo de la comprensión y producción de textos científicos .

MARTÍN J., RUIZ E., FRAILE J. M. y

CARRASCOSA, J. (1998). *Física y Química. Secundaria 2000. Curso 4º E.S.O.* Madrid: Grupo Santillana de Ediciones.

MAYER, R. E. (1983). What We Have Learned About Increasing the Meaningfulness of Science Prose?. *Science Education*, 67, 223-237.

MAYER, R. E. (1989). Models for Understanding. *Review of Educational Research*, 59, 43-64.

MCNAMARA, D. S., KINTSCH, E., SONGER, N. B. y KINTSCH, W. (1996). Are Good Texts Always Better? Interactions of Text Coherence, Background Knowledge, and Levels of Understanding in Learning From Text. *Cognition and Instruction*, 14, 1-43.

MIHOLIC, V. (1994). An Inventory to Pique Students' Metacognitive Awareness of Reading Strategies. *Journal of Reading*, 38, 84-86.

NAGEL, E. (1961). *The Structure of Science: Problems in the logic of Scientific Explanation*. Nueva York: Harcourt, Brace & World.

PENA SAINZ, Á. y GARCÍA PEREZ, J. A. (1996). *Física. 2.º Bachillerato*. Madrid: McGraw-Hill.

PRESSLEY, M. y MCCORMICK, C. B. (1995). *Cognition, Teaching, and Assessment*. New York: Harper Collins College Publishers.

ROMO, F. H., DELGADO TAMEZ, V.

- V. y TERRAZAS, J. B. I. (1998). *Física 3. en la Enseñanza de la Física*, Puebla, Monterrey, Nuevo León: Ediciones Castillo, Mayo de 1996.
- SLISKO, J. (1993a). Language in Physics Textbooks: Learning Obstacles of Knowledge Organizer? *Comunicación presentada en el III International Seminar on Misconception and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Cornell University, Ithaca.
- SLISKO, J. (1993b). ¿Es posible comprender el concepto "carga eléctrica" leyendo libros de texto? Comunicación presentada en el *II Congreso Nacional de la Investigación Educativa*, Xalapa, Veracruz, Octubre de 1993.
- SLISKO, J. (1996). Cultura científica de los físicos y la enseñanza de la física. *IV Taller Internacional "Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Física"*, Puebla, Mayo de 1996.
- VALDÉS, J.F., VALDÉS MARTINEZ, J., VALDÉS, O.G., CATAÑO, S., CERVANTES, M.G. y MENDOZA, B. (1995). *La Aventura con la Ciencia - Física 2*. México, D. F.: Ediciones Pedagógicas.
- VAN DER MEIJ, H. (1987). Assumptions of Information-asking Questions. *Questioning Exchange*, 1, 111-117.
- VAN DIJK, T. A. y KINTSCH, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. New York: Academic Press.
- WERTSCH, J.V. (1985). *Vygotsky and the Social Formation of Mind*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.