

COMPRENSIÓN DE TEXTOS DE CIENCIAS POR ESTUDIANTES DE POLIMODAL Y SUPERIOR NO UNIVERSITARIO

Bizzio, María de los Ángeles; Maturano, Carla Inés y Macías, Ascensión
Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (I.I.E.C.E.)
Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan
angeles_bizzio@hotmail.com ; carlamaturano@hotmail.com ; amacias@ffha.unsj.edu.ar

Fundamentación

Uno de los instrumentos a los que más se acude en las clases de Ciencias es el libro de texto. Éste se emplea tanto para preparar las clases, como para proponer ejercicios, para la búsqueda de información, etc. Los estudiantes lo utilizan ante las propuestas de sus profesores, y es importante que alcancen el grado de comprensión necesario para que extraigan significados y construyan conocimientos. Con el tiempo, deben ser capaces de consultarlo sin necesidad de la propuesta de los docentes.

Sánchez Miguel (1993) manifiesta que es frecuente observar que hay alumnos que leen y no comprenden, otros que leen con gran fluidez y tampoco comprenden y otros que dominan el léxico e incluso la temática tratada en el texto y no retienen lo leído. Consideramos fundamental lograr revertir estos problemas para que con el tiempo los estudiantes se conviertan en lectores autónomos. Durante el proceso de lectura, el lector interactúa con el texto, interrelacionando las ideas entre sí y además relacionándolas con su “mundo de conocimientos”. Esto se lleva a cabo a partir de una serie de operaciones que van desde el reconocimiento de palabras a la regulación del aprendizaje.

Lo más común en las clases de Ciencias es utilizar textos “escolares de Ciencias”, es decir textos escritos para enseñar y estudiar, cuyo objetivo es que el lector adquiera conocimientos. Los textos que reúnen estas características son los textos expositivos. Éstos requieren una lectura más lenta, permiten hacer menos predicciones, suscitan menos inferencias y esa lectura debe ser atenta a las claves lingüísticas que dan orden y continuidad a las ideas (Sánchez M., 1998).

Por lo tanto, el docente que utiliza textos expositivos, como herramientas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, debe compartir un lenguaje con sus alumnos, a fin de orientar las diferentes operaciones mentales que ellos realizan para que logren comprender lo que el texto y el docente comunican.

Con el fin de facilitar la interacción lector-texto es conveniente, según diversas investigaciones, que se conozcan las estructuras del texto. Al referirnos a los textos expositivos se pueden distinguir tres tipos de estructuras denominadas: microestructura, macroestructura y superestructura (Sánchez M., 1993):

Microestructura: está formada por ideas o proposiciones que tienen significado pleno. Se pueden establecer relaciones entre las palabras que la forman. Los textos ofrecen cierto orden

entre las ideas, al que se denomina progresión temática. Las ideas a su vez mantienen una relación, que puede ser temática, causal, motivacional o descriptiva. Estas primeras relaciones entre ideas son las que dan al texto coherencia lineal.

Macroestructura: la constituyen macroproposiciones que son ideas que dan sentido, unidad y coherencia global al texto y además poseen una relación jerárquica. La macroestructura procede y deriva de la microestructura. Las funciones de la macroestructura, aparte de dar coherencia global al texto, son la de individualizar la información y reducir el texto a un número limitado de ideas. En algunos textos hay ideas que no están presentes y es necesario crearlas. Para lograr ese camino de la microestructura a la macroestructura, de relación entre ideas a construcción de una macroproposición, puede recurrirse a macrorreglas: integración; generalización, selección (supresión u omisión). Es decir, es el lector el que construye esta coherencia global.

Superestructura: tiene que ver con el orden u organización que posee el texto y constituye otra forma de coherencia global. Meyer (1985) describe cinco formas en las que se puede organizar un texto expositivo: descripción, secuencia o colección, problema/solución, organización causal y comparación. La superestructura asigna a las ideas un determinado nivel de importancia.

Por otra parte, los textos incluyen señalizaciones que pueden ser útiles para reconocer su estructura organizativa. Algunos tipos de éstas son: oraciones previas o frases introductorias, frases de cierre o conclusión, señalizaciones ordinales, frases conectivas lógicas, entre otras (León, 1996; Macías et al., 2003).

Uno de los problemas que pueden presentarse en la lectura tiene que ver con la estructura del texto. En primer lugar, esa dificultad se presenta a nivel microestructural y ocurre cuando no se conoce el significado de ciertas palabras, lo que no permitirá la construcción de las ideas y aún menos la conexión entre ellas. Otra dificultad es que, aunque se conozca el significado de las palabras no se pueda establecer una continuidad entre las ideas, que es la identificación de la progresión temática (Sánchez M., 1993). Puede ocurrir que aunque se conozca el significado de todas las palabras y se reconozca el hilo conductor, no sea posible reconocer la idea global, es decir, lo que el texto expresa. Para obtener la idea global, el lector debe concretar una serie de operaciones como son: integración, generalización y selección. Es decir, durante la lectura debe ir de lo particular a lo más abarcativo y luego determinar lo que poseen en común las ideas. Por último, suprime las ideas que son triviales o redundantes y selecciona aquellas que son necesarias para poder interpretar el texto en su totalidad.

El lector, a medida que avanza en la lectura, debe realizar las inferencias necesarias para que los significados textuales le permitan construir nuevos conocimientos o modificar los que tiene, de manera que integre la nueva información con sus conocimientos previos. Entre las

mismas podemos señalar las inferencias: lexicales, espacio-temporales, extrapolativas y evaluativas.

También podemos diferenciar las inferencias puente que son las que el lector forma para unir diferentes ideas del texto (León, 1996). Otras son las inferencias basadas en conocimientos, donde las más fáciles requieren la activación de conocimientos familiares para establecer la conexión entre las ideas. En cambio, hay otras inferencias que requieren razonamientos más complejos, lo que es poco probable que se realice espontáneamente en una primer lectura (León 1996) y que el lector experto podrá realizarlas en lecturas posteriores.

Es de fundamental importancia que el lector realice inferencias ya que mientras más inferencias realice mayor será la cantidad de ideas previas activadas y mejor la integración de la nueva información con sus ideas previas, lo cual es el objetivo central de la comprensión.

En el marco de lo expresado, presentamos esta investigación exploratoria con estudiantes de los niveles Polimodal y Superior no-universitario. La misma forma parte de un proyecto que busca indagar acerca de las estrategias que utilizan los estudiantes cuando aprenden a partir de la lectura de textos de Ciencias. En este caso, buscamos analizar la comprensión lograda a partir de una serie de actividades propuestas mediante una guía. La misma ofrece tareas acompañadas de preguntas que son formuladas para ayudar a los estudiantes a una mejor comprensión del texto, a la vez que guían la atención hacia la información importante del mismo. Además incluye una serie de actividades de poslectura cuyo objetivo es orientar en la formación de “nuevas ideas” y favorecer la integración de éstas con las ideas previas.

ESTUDIO EXPERIMENTAL

Elección y análisis del texto

Seleccionamos el texto bajo el título: “Modelo atómico actual”, del libro de Química I (página 136) (Bosack et al., 2000) (ver Anexo I). El mismo involucra una serie de conceptos con los que los estudiantes ya habían trabajado, como son el modelo atómico de Bohr, la hipótesis de Planck, onda, entre otros. Consideramos que el texto elegido es claro en cuanto a su estructura semántica. El análisis del texto, necesario para evaluar las actividades de los estudiantes, a nivel estructural es:

Microestructura:

En general las ideas del texto están expresadas en forma clara, aunque aparecen algunas ideas que pueden ofrecer dificultades para reconocer cuál es el hilo conductor entre las mismas y que está referido al comportamiento dual, conceptualización importante en Física. Los estudiantes deben inferir que tanto la luz como la materia en movimiento poseen un comportamiento similar, es decir un comportamiento dual.

Macroestructura:

La lectura del texto exige al lector realizar inferencias. Por ejemplo, en el segundo párrafo debe inferir que corpúsculo y partícula son sinónimos. La señalización “es decir” le indica al lector que se aclara a continuación el comportamiento de la luz. En el párrafo 5, se dan los supuestos en los que se basa el modelo atómico actual. Dichos supuestos son construidos a partir de información dada en los párrafos anteriores, es decir, el lector debe realizar una serie de inferencias puentes. El párrafo 6 resulta más complejo dado que se introducen conceptos como números cuánticos, soluciones de la ecuación de ondas y orbital, demandando una serie de inferencias al lector y en algunos casos se hace necesario realizar una inferencia puente con el párrafo 5, para recordar que dicha ecuación describe el comportamiento del electrón. Hay una relación temática entre las ideas, cuyo tema general es: soluciones de la ecuación de ondas, de las que se realiza una serie de comentarios como: describen una situación en la que puede encontrarse al electrón; se obtienen introduciendo los números cuánticos; son funciones matemáticas; entre otras.

En cuanto a la coherencia lineal del texto, ésta se ve reflejada en las relaciones que se manifiestan entre las ideas. Éstas se ordenan a lo largo del texto y le dan al mismo una coherencia global.

Superestructura:

A nivel global el texto presenta una superestructura dominante: una secuencia temporal que comienza mencionando una serie de aportes realizados al modelo atómico actual desde 1905 hasta fines del siglo XX. Cada párrafo, a su vez, posee una estructura organizativa que hemos analizado en detalle. Sólo damos unos ejemplos. Así, el párrafo 1 está organizado como una comparación adversativa, ya que se compara el modelo atómico planteado por Bohr con el modelo atómico actual. La organización de descripción aparecen en los párrafos 3, 4 y 6. Este último es una descripción secuencial donde el tema es las soluciones de la ecuación de ondas.

Otro aspecto que encontramos importante destacar es la presencia de señalizaciones que pueden ayudar a la comprensión.

Muestra

En el estudio participaron 43 alumnos, de los cuales 28 cursan el nivel Polimodal (22 de una Escuela Técnica de gestión pública –A– y 6 de una Escuela de gestión privada –B–). Los 15 alumnos restantes cursan el primer año del profesorado de Tecnología en una institución de gestión privada –C–.

Luego de la lectura del texto solicitamos a los estudiantes que, en grupos de trabajo con un máximo de tres integrantes, realizaran la guía de actividades propuesta. La misma aparece en el Anexo II.

Primeramente, durante la lectura el estudiante debe abordar la microestructura, para luego trabajar en forma adecuada la macroestructura del texto, es decir, poder lograr su reducción a un

número limitado de ideas. Las estrategias que aplique deben tender a la integración (ir de lo particular a lo general), la generalización (determinación de características comunes en las ideas) y la selección (reconocimiento de ideas necesarias para la interpretación del texto). Para el análisis de las respuestas, las categorizamos en: correcta, incorrecta y no responde.

Debido a las limitaciones de extensión que impone esta presentación, detallaremos sólo algunas de las actividades. En primer lugar referenciamos dos actividades que se dan durante la lectura.

Así, en la Actividad 4 donde se pregunta a. ¿Qué hipótesis hizo de Broglie?, b. ¿Cuál es el enunciado del principio de incertidumbre de Heisenberg?, encontramos muy buenas respuestas dado que no ofrecen dificultad por ser preguntas literales y las respuestas pueden encontrarse sin dificultad en el texto.

En la Actividad 6: se plantea: a. En el modelo atómico actual ¿cómo se considera al electrón?, b. En el 2º asterisco del 5º párrafo se menciona “no es posible conocer todo sobre el electrón durante el mismo tiempo”:(I. ¿En qué principio se basa esta afirmación?; II. Describe con precisión el comportamiento del electrón) c. En el 3er asterisco del 5º párrafo figura la expresión “es decir” ¿qué está aclarando? En esta actividad han logrado, en general, una buena comprensión y son correctas las respuestas. Al analizar las respuestas incorrectas, se evidencia que algunos alumnos realizaron copia-supresión, mientras que otros grupos realizaron una copia textual. Por ejemplo, en las respuestas incorrectas a la actividad 6-b)I. indican que la afirmación planteada se basa en que se utiliza un estudio probabilístico.

En general, podemos decir que los errores en la Actividad 6 ratifican lo ya encontrado en otras respuestas donde realizan copia textual del texto posterior a la expresión “es decir”. En otras respuestas, se observan anomalías léxicas ya que se incluyen palabras que no dan sentido a la oración.

La actividad que presentamos a continuación es de poslectura. Las tareas de este tipo ofrecen mayor dificultad debido a que requieren vincular ideas entre párrafos. Por ejemplo, en la Actividad 10 se pide completar un cuadro. Al indicar cómo se *considera al electrón en el modelo atómico de Bohr*, la mayoría de los alumnos respondió correctamente. Los errores manifestados son, por ejemplo, mencionar características de la energía de los electrones o indicar que éstos se encuentran en estado excitado. Al completar con ideas correspondientes a *el modelo atómico actual*, la mayoría también respondió en forma correcta. Las respuestas incorrectas expresan que el electrón se encuentra en movimiento y a continuación mencionan que Bohr realizó trabajos con átomos sencillos como el hidrógeno. En estos casos, se manifiesta una incoherencia entre ideas.

En el ítem referido a la posibilidad de un lugar *preciso donde se encuentra el electrón en el modelo atómico planteado por Bohr*, la mayor parte de los alumnos respondió en forma incorrecta, los errores cometidos se deben a que no mencionan la posibilidad o imposibilidad de la existencia de este lugar, sino que expresan que los electrones se encuentran fuera del núcleo y otros

alumnos mencionan que poseen cierta energía. Al completar acerca de la posibilidad de un lugar *preciso donde se encuentra el electrón en el modelo atómico actual*, un menor porcentaje lo hizo en forma correcta; en el caso de las respuestas incorrectas se debieron a que consideran al orbital como el lugar preciso donde se halla el electrón, cuando debían considerar al orbital como una zona donde es más probable encontrar al electrón.

En el ítem referido a cómo se considera *la energía de los electrones en el modelo atómico de Bohr*, la mayor parte de los alumnos respondió en forma correcta, los errores manifestados se deben a considerar que la energía de los electrones es negativa (confusión entre carga y energía). Al completar sobre cómo se considera *la energía de los electrones en el modelo atómico actual*, la mayoría de los alumnos respondieron en forma correcta.

Los porcentajes de las respuestas valoradas en correctas son los que aparecen en el cuadro siguiente:

Característica	Modelo Atómico	Modelo Atómico de Bohr	Modelo Atómico Actual
Considera al electrón como		80%	80%
Lugar preciso donde se encuentra el electrón		46,6%	46,6%
Energía de los electrones		60%	66,6%

Reflexiones

Como señalamos al comienzo de este estudio, leer y comprender forman parte de un proceso complejo en el que el lector debe interactuar con el texto, estableciendo relaciones entre las ideas y relaciones entre las mismas y las ideas previas del lector. La comprensión de la mayoría de los textos expositivos que se utilizan para aprender Ciencias impone demandas en los recursos cognitivos para poder construir un modelo mental coherente (Graesser, León y Otero, 2002) y se debe a que la lectura de un texto, como el que hemos utilizado en la experiencia, enfrenta a los estudiantes con términos abstractos y definiciones complejas. La tarea requiere la aplicación de estrategias cognitivas que no han logrado cierto número de los lectores. En función de lo expuesto, consideramos que la guía de actividades fue útil para orientar el proceso de lectura del texto y tutelar la realización de inferencias para que los estudiantes realizaran las mismas en forma adecuada, favoreciendo así una buena comprensión.

En general, podemos decir que los estudiantes: responden con mayor facilidad las preguntas textuales, muestran mayor dificultad en la realización de actividades centradas en inferencias, desconocen las señalizaciones, introducen ciertas palabras sin sentido en sus respuestas, realizan una lectura lineal del texto eso les impedirá la integración de ideas, condición indispensable para la concreción del aprendizaje. Trabajan, mayoritariamente, con copia y supresión y no manifiestan haber logrado la elaboración de la coherencia global.

Coincidimos con Macías et al. (2004) en que los estudiantes en las clases de Ciencias pueden lograr progresos para mejorar la comprensión lectora de textos científicos, por medio del aprendizaje de estrategias de lectura. Por lo tanto, la importancia de este tipo de tareas como las propuestas en esta experiencia es que favorece tanto la comprensión como el aprendizaje de conceptos científicos. Es importante, por lo tanto, la labor guiada por parte del profesor, el cual debe comprometerse en acciones para la adquisición e implementación de actividades que les permitan a los estudiantes un mejor dominio de los textos de Ciencias.

Bibliografía

BOSACK, et al. (2000). *Química I. Polimodal*. Bs. As., Santillana.

GRAESSER, A. C.; León, J. A. y Otero, J. 2002. *Introduction to the Psychology of Science Text* en Otero, J.; León, J.A. y Graesser, A. C. *The Psychology of Science Text Comprehension*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

LEÓN, J.A. (1996). *Prensa y Educación. Un enfoque cognitivo*. Argentina, Aique.

MACÍAS, A.; Maturano, C. y Calbó Torné, P. (2004). "La importancia de las estrategias metacognitivas en el aprendizaje". *Revista Psico/Pedagógica. Psicología y Pedagogía de la persona*, 7-8 pp 33-48.

MACÍAS, A.; Anunziata, S.M.; Mazzitelli, C.A.; Maturano, C.I.; Soliveres, M.A.; Pandiella, S. B. y Calbó Torné, P. (2003). "Estrategias cognitivas y metacognitivas para la comprensión de textos científicos por alumnos de Física". *Cuadernos de Educación en Ciencias Experimentales y en Tecnología N° 6*, Publicaciones Q & F, IIECE, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes (UNSJ).

MEYER, B. (1985). *Prose Analysis: Purposes, Procedures and Problems*. In B.K. Britton, J.B. Black (Eds.) *Understanding Expository Text*. Nueva Jersey, Lawrence Erlbaum Assoc.

SÁNCHEZ, M. E. (1993). *Los textos expositivos. Estrategias para mejorar su comprensión*. Madrid, Santillana.

SÁNCHEZ, M. E. (1998). *Comprensión y Redacción de Textos. Dificultades y Ayudas*. Barcelona, Edebé.

ANEXO I

(Cita textual de Bosack et al., 2000)

Modelo atómico actual

El modelo de Niels Bohr fue rápidamente aceptado por sus contemporáneos. Sin embargo, en la concepción actual del modelo atómico se agregan varios elementos de la Física iniciada a partir de la hipótesis de Planck, también llamada **Física cuántica**.

Por un lado, en 1905, Albert Einstein había explicado el efecto fotoeléctrico a partir de la hipótesis cuántica de Planck y del supuesto de que la luz no se comporta sólo como onda, sino que lo hace también como un chorro de corpúsculos, a los que llamó **fonones**. Si se acepta que la luz tiene un comportamiento dual, es decir que puede considerarse tanto como onda y como partícula, ¿por qué no pensar que una partícula puede tener un comportamiento ondulatorio?

En 1924, el físico francés Louis De Broglie (1892-1987) enunció este razonamiento en forma de principio:

Toda partícula en movimiento está asociada a una onda.

Por otra parte, en 1927 el físico alemán Werner Heisenberg (1901-1976) enunció el **principio de incertidumbre** (llamado también de **imprecisión** o **incerteza**), por la cual se establece que ciertos pares de magnitudes físicas no pueden medirse simultáneamente con un grado de precisión total. Una manera de enunciar este principio puede ser la siguiente:

No se puede conocer simultáneamente y con una precisión absoluta la posición y la cantidad de movimiento de un electrón.

El modelo atómico actual se construye a partir de los siguientes supuestos:

- Como el electrón es una partícula en movimiento, lleva asociada una onda, y el comportamiento de dicho electrón se describe mediante una ecuación de onda, similar a la que se usa para el estudio de la luz.
- Puesto que no es posible conocer todo sobre el electrón durante todo el tiempo, se emplearán probabilidades para indicar cuáles son sus propiedades (posición, velocidad, energía, etc.).
- La energía de los electrones está cuantizada, es decir, sólo puede tener ciertos valores y no puede tener ningún otro.

La ecuación de ondas tiene varias soluciones, cada una de las cuales describe una posible situación en la que puede encontrarse un electrón (en una cierta región del átomo y con una cierta energía). Las distintas soluciones se obtienen introduciendo unos números llamados **números cuánticos**, cuyos valores varían dentro de ciertos límites. Las soluciones son funciones matemáticas y pueden representarse gráficamente. Dicha representación delimita una región del espacio en torno del núcleo, donde la probabilidad de encontrar al electrón es elevada. Tradicionalmente se denomina **orbital** a cada una de esas zonas.

Un **orbital** es una región del átomo en que la probabilidad de encontrar un electrón, con una cierta energía, es muy elevada.

ANEXO II

GUÍA PARA UNA LECTURA COMPRENSIVA

1. Observa el texto “El Modelo Atómico Actual” extraído de ALEGRÍA, Mónica; BOSACK Alejandro y otros. **Química** I. Edit. Santillana. 2000. Indica:

- ¿De qué se trata?
- ¿Qué sabes del tema?
- ¿Qué te gustaría saber del tema?

2. Lee el texto.

- ¿Existe alguna secuencia? ¿De qué tipo?
- Sepáralo en párrafos y colócale un subtítulo a cada párrafo.

3. En el 2º párrafo.

- Aparece la expresión “sino” ¿qué está contrastando?
- ¿Qué significa que la luz tenga comportamiento dual?
- ¿Qué sinónimo de corpúsculo aparece en el texto?
- ¿Cómo definirías el fotón como onda o como corpúsculo?

4.

- ¿Qué hipótesis hizo de Broglie?
- Enuncia el principio de incertidumbre de Heisenberg

5. ¿El electrón tiene comportamiento dual? ¿Por qué?

6.

a) En el modelo atómico actual ¿cómo se considera al electrón?

b) En el 2º asterisco del 5º párrafo se menciona “no es posible conocer todo sobre el electrón durante todo el tiempo”

I - ¿En qué principio se basa esta afirmación?

II - ¿Puede describirse con precisión el comportamiento del electrón?

c) En el 3º asterisco del 5º párrafo aparece la expresión “es decir” ¿Qué está aclarando?

7. En el 6º párrafo se menciona la ecuación ondas

- ¿El comportamiento de qué partícula describe?
- ¿Para qué se introducen los números cuánticos?
- Aparece la expresión “dicha representación” ¿A qué representación se refiere y cómo se la denomina?

8. En el 6º párrafo se definen conceptos.

- ¿Qué expresiones te permiten darte cuenta de que hay una definición?
- ¿Qué conceptos se definen?
- Si pudiéramos ver un átomo ¿podríamos ver un orbital? Justifica.

9. ¿Por qué te parece que el texto comienza tratando el tema de la luz? ¿Puede decirse que el electrón se comporta de manera semejante a la luz? Justifica.

10. Completa el siguiente cuadro.

Característica	Modelo Atómico	Modelo de Bohr	Modelo Atómico Actual
Considera al electrón como			
Lugar preciso donde se encuentra el electrón			
Energía de los electrones			

11. Realiza una línea temporal que incluya los modelos atómicos estudiados.