

## LOS MAPAS CONCEPTUALES, INSTRUMENTO PARA EL ANÁLISIS DE LAS NARRATIVAS EXPERIMENTALES

*Mercè Izquierdo Aymerich (Grupo LIEC), Departamento de Didáctica de las Ciencias  
UAB*

**Abstract.** En esta comunicación, elaborada por el grupo LIEC (Lenguaje e Investigación en Enseñanza de las Ciencias) de la UAB, se muestra una adaptación de los mapas conceptuales 'lógicos' (según Thagard, 1992) que ha sido utilizada repetidamente en nuestro departamento para identificar las características de las narrativas experimentales en libros de texto, en artículos y en producciones de estudiantes y de profesores de ciencias. Estos mapas han sido utilizados como instrumentos en nuestra investigación en diferentes campos: en el análisis de las relaciones entre la Historia y la Didáctica de las Ciencias; en el análisis de las ideas de los alumnos durante el proceso de aprendizaje por modelización (Márquez, 1993); en el proceso de transposición didáctica; en el análisis de textos adecuados para la enseñanza y para la divulgación científica. Presentamos aquí el análisis de un texto de divulgación como ejemplo de la investigación que se está llevando a cabo.

### 1 Introducción

Nuestro grupo de investigación tiene como objetivo incidir en la competencia lingüística de los alumnos de ciencias, haciendo del lenguaje (leer y escribir) el instrumento privilegiado para la construcción de los conocimientos escolares (Jorba et al., 1998): para comunicar las ideas, para discutirlos, para incorporar conocimientos de los libros y del profesor, para explorar la adecuación de ideas contradictorias...es decir, para aprender ciencias mediante un proceso de 'modelización' (Sanmartí et al, 2003, Izquierdo et al., 2002 y 2003).

Hemos utilizado los mapas conceptuales para analizar el contenido de los textos que se van a dar a leer a los alumnos (Izquierdo, 1995) con el objetivo de desarrollar su competencia lectora. Con ello pretendemos identificar la trama conceptual que aparece en las narrativas científicas y relacionarla con las otras variables que dan razón de la habilidad lectora de los estudiantes.

Nos parece muy importante que el alumnado llegue a comprender que las entidades científicas forman parte de un modelo teórico y no del mundo real y creemos que sólo en este caso adquirirá competencia para leer textos de ciencias.

La pregunta que intentamos responder en nuestra investigación es la siguiente:

¿Cómo interpreta un texto científico un alumno que aún no comparte la cultura científica del momento?

Para ello necesitamos textos adecuados a los alumnos, en los se argumente de manera teórica. En consecuencia, hemos puesto a punto un tipo de análisis de texto adecuado para poner en evidencia su fundamentación epistemológica (Izquierdo, 1995, Izquierdo y Adúriz, 2002), es decir, si muestra su relación con una teoría científica o si simplemente contiene afirmaciones sobre el mundo.

### 2 Los conceptos y los sistemas conceptuales, en los textos

Los mapas conceptuales fueron introducidos por Novak (Novak, 1988) como instrumento de una inmensa utilidad en la enseñanza de las ciencias y en la investigación en didáctica de las ciencias. Los conceptos han sido considerados por Toulmin (1977) y por Thagard (1992) como las unidades del conocimiento científico. Así, la representación de la trama conceptual que subyace en una narración científica informa sobre el estado del conocimiento en aquel momento histórico concreto; y lo mismo puede decirse, de manera más específica, de una narración elaborada por un profesor o por un estudiante, especialmente si se elimina de ellos los aspectos contextuales y se muestran sólo las relaciones sintácticas que son propias de los conceptos cuando forman parte de un texto y las relaciones semánticas que los relacionan con los fenómenos que se están interpretando.

Según Thagard (1992) los conceptos se relacionan entre sí formando estructuras complejas, en las cuales son especialmente importantes las relaciones de clase, de parte, de ejemplo (con propiedades) y las de regla, que expresan información factual. Las relaciones de clase y de parte nos dicen como están hechas las cosas que estamos considerando y lo que tienen en común. Ambas relaciones se refuerzan mutuamente y ordenan 'el caos

de los fenómenos' en una estructura jerarquizada que *parece* explicativa, pero que puede ser simplemente descriptiva si no se vincula a una teoría científica. Las relaciones de regla indican como funcionan los conceptos en la deducción, explicación o resolución de problemas; muchas de ellas expresan relaciones causales. Tienen significado según un modelo o teoría y son explicativas siempre y cuando se reconozca su fundamento teórico.

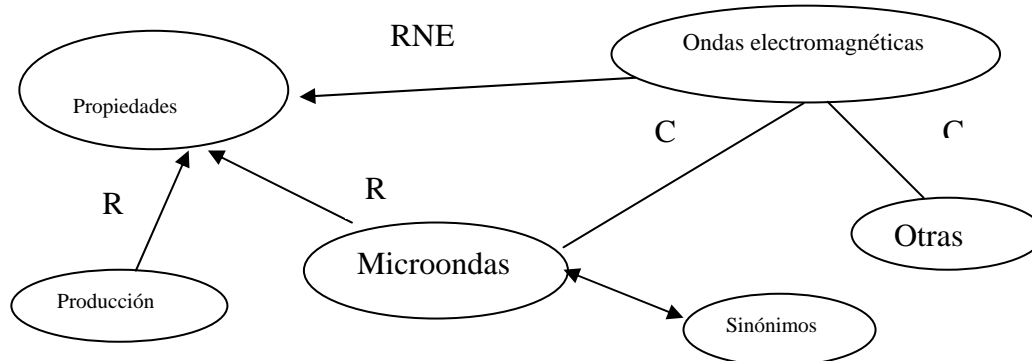
### 3 Nuestra investigación: análisis de un texto de divulgación científica

Un formato que corresponde a la 'retórica' aceptada y a la lógica impuesta por una buena sintaxis es reconocida por el lector y el texto le resulta adecuado y convincente; sin embargo, como que generalmente los temas presentados en los artículos de divulgación científica son muy complejos, podría ser que el lector no llegara a captar el significado de los términos que en él se introducen. La competencia lectora que queremos desarrollar en los alumnos requiere que ellos reconozcan el formato y la sintaxis y se aprovechen de lo que con ellos se transmite pero también que puedan captar el significado teórico de lo que el autor expone. Por esta razón nuestro análisis de texto también ha de permitir mostrar claramente este aspecto y, además, juzgar si es adecuado o no al aprendizaje científico que es el objetivo último de la competencia lectora que se pretende.

El artículo que analizamos aquí es un artículo de divulgación titulado 'Las microondas con las cuales vivimos' (ver en el anexo). Este artículo constituye un ejemplo, a criterio del grupo, de la 'retórica' propia de los buenos textos de ciencias, que se evidencia en el formato del texto; los títulos y subtítulos transmiten ideas que intentan sorprender al lector y captar su interés. (Sanmartí, 2003, citando a Ogborn, 1996).

Para proceder al análisis el texto se ha diferenciado en 'unidades de significado' y, en cada una de ellas, se han identificado las ideas que van a mostrarse en el mapa. Los conceptos se han agrupado según relaciones de clase, de parte y de ejemplo. Con ello se va armando la estructura lógica que se deriva de la sintaxis del texto.

Presentamos en la fig. 1 el mapa global, simplificado para poder captar mejor las características esenciales de la información que el texto proporciona a los lectores. Las reglas (y por lo tanto, las explicaciones) relacionan simplemente 'propiedades' con 'aplicaciones', que no se dice a qué son debidas esta propiedades. Se utilizan diversos sinónimos que dificultan la lectura del texto.



RNE: Regla no enunciada, en la que debería quedar claro que las propiedades de las ondas electromagnéticas podrían unificarse de manera teórica

En consecuencia, hemos introducido un nuevo párrafo en el texto en el cual se presenta el modelo teórico 'interacción radiación – materia' manteniendo su carácter divulgativo. De esta manera, las diferentes 'propiedades' pueden relacionarse entre si al vincularse a este modelo teórico y el texto resulta más explicativo desde un punto de vista científico.

### 4 Conclusiones

1. En nuestra investigación se han validado análisis de cuatro tipos de texto:
  - a. de divulgación científica, para poner en evidencia el tipo de justificación que ofrecen al lector
  - b. explicaciones elaboradas por alumnos de ciencias, para poder clasificarlas y caracterizarlas

- c. de historia de la ciencia, para mostrar los cambios de modelo teórico que se producen a lo largo del tiempo
- d. didácticos, para identificar la relación entre el texto y la posibilidad de interpretar fenómenos en el mundo real

El análisis mediante los mapas conceptuales nos ha permitido captar, en todos los casos, aspectos del texto que nos habían pasado desapercibidos en un primer momento.

2. Hemos mostrado aquí cómo diferenciar el contenido teórico de un texto de divulgación y su contenido lógico y hemos identificado la argumentación específica que utiliza su autor para 'dar sentido al mundo. Es como si hubiera dos maneras de dar sentido a los fenómenos y experimentos: una de ellas, busca el significado en un modelo teórico; la otra lo busca en una estructuración lógica que sólo es posible después de haber convertido el fenómeno en un conjunto de objetos con propiedades que se presenta al lector según una retórica comunicativa.

A partir de ello, hemos transformado el texto para que se adecuara mejor a nuestros objetivos didácticos específicos: que la lectura comprensiva del texto permita recordarlo y relacionarlo con otros textos en los que se desarrolle el mismo tema.

## 5 Agradecimiento

Esta investigación forma parte del proyecto BSO2002-04073-C02-01, La competencia comunicativa en las clases de ciencias, subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología

## 6 Bibliografía

- Izquierdo, M., 1995. ¿A qué se refieren los libros de texto? Su valor epistemológico. En *'Aspectos didácticos de las ciencias naturales'*, pp. 105-135. ICE de la Universidad de Zaragoza.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N, García, P, Espinet, 2001. Applications of a model shift of scientific knowledge: from the metaphor of the 'book' to the metaphor of 'discourse', pp. 77-86. *Papers of the 25 th ATEE Annual Conference*. Barcelona: Col·legi de Doctors i Llicenciats.
- Jorba, J., Prat, A., Gómez, I, 1998. *Parlar i escriure per aprendre*. ICE de la UAB.
- Márquez, C., Izquierdo, M., 1993 Theoretical Models and the teaching of sciences. The paradigmatic fact. Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and educational Strategies in Science and Mathematics Education. Cornell University, Department of Education, Ithaca, NY.
- Novak, J., Gowin, D.B. 1988. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martinez Roca.
- Ogborn et al, 1996. *Explaining Science*. Open University Press.
- Rivera, L., 1994. *Ciència escrita*. Tesina, UAB.
- Sanmartí et al, 2003. 'Aprende Ciències tot aprenent a escriure Ciència'. Edicions 62: Barcelona.
- Solsona, N., 1997. *L'emergència del concepte canvi químic*. Tesis doctoral, UAB.
- Thagard, P., 1992. *Conceptual revolutions*. Princeton: Princeton University Press.

## Anexo (Texto analizado)

### (1) Microondas, no sólo para comer

*La milimétrica radiación que nos calienta los alimentos explica los primeros pasos del universo y tiene múltiples aplicaciones en telecomunicaciones, investigación, medicina y la ciencia del futuro*

(2) Las microondas son muy populares hoy en día y , de cara al futuro, aún lo serán más. Se da la circunstancia de que son muchas las personas que diariamente se calientan la comida y también cocinan utilizando las microondas y son también legión los que las utilizan para comunicarse mediante la telefonía móvil. Todo parece indicar que en el futuro todavía habrá más microondas en nuestra vida

(3) Los científicos han descubierto unas moléculas capaces de producir esta longitud de onda

(4) Vayamos por pasos. La radiación electromagnética comprende ondas muy energéticas como los llamados rayos X, que se utilizan para vernos las entrañas; los rayos gamma, usados para matar los tumores, i otras ondas menos energéticas como por ejemplo la radiación ultravioleta y los rayos infrarrojos, que nos calienta y nos

cambian el color de la piel. También tenemos la luz con toda la variedad de colores, que es la radiación electromagnética a la cual nuestro ojo se ha hecho sensible. Si reducimos un poco más la energía de la radiación electromagnética nos encontramos con las microondas, que poseen longitudes de onda de la mitad de un milímetro y que son las preferidas por el hombre moderno para dar el salto hacia delante en muchos y diferentes campos de la actividad humana.

(5) De todas estas radiaciones, hay algunas que tienen fuentes naturales y otras que tienen fuentes artificiales. Por ejemplo, los rayos gamma los emiten los núcleos de los átomos y los rayos X, los ultravioletas, los infrarrojos y la luz son emitidos por electrones de los átomos y algunas moléculas. Pero el hombre dispone de máquinas que hacen las funciones de núcleos y átomos y dispone fácilmente, por lo tanto, de todas estas radiaciones. El caso de las microondas es bastante diferente.

(6) Ante todo, el universo es el mejor emisor de microondas. En otras palabras, la temperatura del universo es de  $-270^{\circ}\text{C}$  y resulta que a esta temperatura todos los cuerpos emiten radiación de microondas. Del espectro de microondas del universo los astrónomos y astrofísicos intentan obtener información de cómo se produjo el enfriamiento del universo después del big-bang. En concreto, las microondas juegan, respecto al universo, el mismo papel que la foto de una persona de 80 años obtenida días después de haber nacido.

(7) Pero por el hecho que este pasado es interesante y fundamental para entender mejor el universo, las microondas son objeto de deseo científico y tecnológico por muchos otros motivos y muy variados.

El primero de todos es su tamaño: la longitud de onda de las microondas es de cerca de un milímetro, por lo cual son ideales para observar objetos de estas dimensiones.

En segundo lugar, las microondas atraviesan fácilmente nuestro cuerpo; por esto pueden mostrarnos todo lo bueno y lo malo que tenga la medida de un milímetro.

En tercer lugar, las microondas no son absorbidas por la atmósfera; por esto mismo se pueden utilizar para llevar grandes cantidades de información a la velocidad de la luz de la Tierra hasta un satélite y volver a la Tierra. En los próximos años se utilizarán microondas de más energía que las actuales.

En cuarto lugar, si bien hasta ahora no había fuentes naturales de microondas, parece que los científicos han descubierto unas moléculas capaces de producir una gran potencia de microondas.

En quinto lugar, resultados de investigaciones muy recientes indican que utilizando microondas se puede fabricar el equivalente a lo que es un láser de luz visible.

Y, por último, resulta que muchos de los objetos llamados nanométricos – aquellos que han dado lugar a lo que se ha denominado nanociencia- emiten y absorben microondas.

(8) En definitiva, que si a alguien le quedaba alguna duda de por donde irían las cosas en el futuro, las microondas se lo rebelarán enseguida. ¿Qué más se puede pedir?