LA MODELIZACIÓN CON ANALOGÍAS EN LOS TEXTOS DE CIENCIAS DE SECUNDARIA

Fernández González, J.[(1)]*; González González, B.M.*[(2)] *y Moreno Jiménez, T.*[(3)]

[1] *Departamento de Didácticas Especiales, Centro Superior de Educación, Universidad de La Laguna. E-mail: jofdez@ull.es*
[2] *Centro de Formación del Profesorado de La Laguna, Tenerife.*
E-mail: bgongong@gobiernodecanarias.org
[3] *I.E.S. Anaga. Tenerife.*
E-mail: teodomiromor@gobiernodecanarias.org

RESUMEN

Se presenta un proceso de enseñanza con analogías, desarrollado con pautas de elaboración. Acorde con la idea de analogía presentada, se hace un análisis de su distribución en los libros de textos de ciencias de secundaria y, unido a ello, se destaca el papel atribuido a las mismas en distintas editoriales.

Palabras clave: analogía, libro de texto, modelización.

INTRODUCCIÓN

Los conceptos científicos, o modelos conceptuales, son representaciones externas, "inventadas" en la mayoría de los casos por científicos o profesores para facilitar la comprensión, enseñanza y comunicación, de manera que son compartidos por la comunidad científica (Driel y Veloop, 1999; Greca y Moreira, 2000; Justi y Gilbert. 2002; Moreira, 2002 y Fernández, González y Moreno. 2004).

La comprensión del concepto científico implica disponer de una representación interna del mismo, es decir, construir un *modelo mental*.

La puesta en funcionamiento y ejecución del modelo mental establece una correspondencia entre el conocimiento imaginado simulado en la mente y el comportamiento real de lo modelizado, ya sea un concepto, un sistema físico, un procedimiento, un objeto etc. (Gutiérrez, 2004).

Pero, ¿cómo se construye este modelo mental inicial?. Se construye mediante una operación en la que se relacionan las representaciones de dos situaciones y se abstrae la estructura común para todas las relaciones existentes entre ellas (Gick y Holyoak, 1980). De esta manera el alumno cuenta con un modelo mental que puede aplicar a futuros aprendizajes.

Este modelo de comprensión es el objetivo de la analogía. La analogía es un intento más de modelizar en aras del aprendizaje, por lo que se puede afirmar que está inmersa en el campo de la modelización, es decir, de la elaboración de modelos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias experimentales (Jiménez, Hoces y Perales, 1997; Fernández et al., 2001; Else, Ramírez y Clement, 2002).

La analogía relaciona, por tanto, dos situaciones. Relaciona una situación familiar al alumno con otra nueva o desconocida. La familiaridad facilita la correlación de la información y, también, la elaboración de modelos mentales más comprensibles, y contribuye de esta manera a un aprendizaje menos memorístico y más significativo (Clement, 1988, 1993; Vosniadou y Ortony, 1989; Duit, 1991; Glynn, 1991, 1995; Oliva et al., 2001, 2003). Y es que, como comenta Glynn (1991), estas comparaciones actúan como puentes que permiten relacionar el conocimiento previo de los alumnos y el nuevo conocimiento a aprender.

Las comparaciones facilitan la conexión entre el conocimiento adquirido previamente y lo que se pretende aprender (Reigeluth, 1983). El profesor debe, por tanto, averiguar en primer lugar el conocimiento que poseen los alumnos y conectarlo posteriormente con el nuevo conocimiento a aprender. De esta manera se posibilita que cada uno de los alumnos adquiera un modelo mental inicial que sirva de base para organizar la información de lo que se aprende.

En este proceso de comparación existe una transferencia desde una situación conocida a otra desconocida. Se transfiere aquello que es semejante y de interés desde la situación conocida –situación a la que se denomina "análogo"- a la nueva situación desconocida –situación que se denomina "tópico"-, tal como argumenta Ortony (1975).

La estructura mental que comprende la comparación y la transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico se denomina analogía. Así, "Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos. Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia de conocimiento del análogo al tópico (González, 2002).

La modelización es una línea de investigación actual en la didáctica de las Ciencias que trata de dar un marco teórico para resolver la representación del pensamiento escolar espontáneo de los alumnos. Con el uso de la denominación de "modelo mental" se han englobado problemáticas cognitivas de aprendizaje de errores conceptuales, ideas previas, esquemas alternativos, representaciones de conocimiento, etc., por lo que el término modelo mental se ha cargado de polisemia, con lo que es difícil entender qué quieren decir los autores cuando lo utilizan (Gutiérrez, 2001)

En este trabajo se hace un análisis de la distribución de analogías en los libros de textos de ciencias de secundaria y se destaca el papel atribuido a las mismas en la secuencia didáctica, como instrumento de modelización. Antes que ello, se revisa el modelo de enseñanza con analogías, el cual servirá de marco teórico a la hora de encuadrar los datos de la parte experimental del trabajo.

PROCESO ANALÓGICO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Coincidimos con Gutiérrez (2004) en que uno de los desafíos consistirá en la búsqueda de analogías o similitudes que faciliten el acercamiento del modelo mental que el alumno construye, al modelo de la ciencia escolar.

Existe la posibilidad de que la interpretación analógica que los alumnos construyen no sea la adecuada y que, además, no sean conscientes de ello. También es posible que el análogo y el tópico permanezcan divorciados, de modo que el razonamiento analógico no tenga lugar en los alumnos. Por este motivo Duit (1991) argumenta que se deben encontrar estrategias o dinámicas de enseñanza que superen estas dificultades.

Una de estas dinámicas de puesta en acción del proceso analógico, es el *Teaching with Analogies Model* (Modelo de Enseñanza con Analogías), conocido por las siglas TWA, que propone Glynn (1991). Está basado en los estudios analíticos que se han hecho sobre las analogías presentes en los libros de texto de ciencias de autores relevantes.

A continuación se propone una puesta en acción del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje, como variante de la TWA, que tenga en cuenta el diseño del análogo. Es decir, tiene en cuenta las pautas descritas que se siguen en la construcción y elaboración de los modelos mentales, repitiendo el modo espontáneo escolar que siguen los alumnos al organizar sus modelos. Se denomina Aprendizaje con Analogías (ACA) (González, 2002) y consiste en las tres fases siguientes: Diseño del análogo, Proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía, Análisis y/o evaluación de la efectividad del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

A continuación se realiza una explicación más detallada de cada uno de los pasos del Aprendizaje Con Analogías (ACA).

A. Diseño del análogo

La fase inicial en el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje es el diseño del análogo. Diseñar el análogo significa tener en cuenta cada uno de los requisitos siguientes:

i) Diseño de un análogo atractivo e idóneo a la edad madurativa, conocimiento e intereses de los alumnos.

ii) Reconocer el análogo, esto es, hacer una prospección de lo que los alumnos pueden saber y/o relacionar del tópico. Además se ha de reconocer el grado de semejanza que pueden establecer los alumnos entre el análogo y el tópico. Explorar la trama o relación analógica que puede resultar de la comparación entre ambos.

iii) Analizar las dificultades que pueden surgir en el proceso de enseñanza-aprendizaje para que tenga lugar el razonamiento analógico apropiado a la trama o relación analógica. Es decir, las dificultades que pueden surgir al establecer las comparaciones entre la información relevante del análogo y del tópico, comparaciones que van a garantizar la idoneidad de la analogía.

En el diseño del análogo se deben tener en cuenta, además, los siguientes criterios relacionados con el contexto en el que se presenta la analogía, como son:

- el momento de la explicación en el que se escenifica la analogía

- el formato en el que se presenta el análogo: verbal, pictórico o pictórico-verbal. La comprensión y el aprendizaje del tópico puede variar con cada uno de ellos, por lo que se debe ser consciente de este hecho al diseñar el análogo.
- la presencia o ausencia de una explicación del análogo a los alumnos. La explicación va a permitir ilustrar a los alumnos cuáles son sus características estructurales, es decir, cuáles son sus nexos. Es obvio que la presencia o ausencia de la explicación puede influir en el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.
- el momento en el que se presenta el análogo: antes de la explicación del tópico, durante dicha explicación o después de ella. La elección de cada una de estas opciones puede afectar al proceso analógico de enseñanza aprendizaje.
- el nivel de abstracción del análogo que se utiliza en la analogía. El análogo puede ser concreto o abstracto, hecho que puede influir en la mayor o menor familiaridad del mismo y en la visualización del tópico, afectando por tanto a su comprensión y aprendizaje.
- el número de análogos que se utilizan para explicar el tópico. Se pueden utilizar uno o varios análogos para explicar un mismo tópico.

El profesor o autor de un libro de texto puede explicar, e incluso dibujar, el esquema de la trama de relaciones entre el análogo y el tópico. Por el contrario, puede que esta explicación no se lleve a cabo y que tengan que ser los propios alumnos los que descubran la trama de relaciones o esquema de comparaciones entre los nexos semejantes entre el análogo y el tópico. En este último caso cabría la posibilidad de que los alumnos estableciesen comparaciones entre nexos no semejantes o entre atributos irrelevantes y que se produjese una transferencia de conocimiento no deseable.

La puesta en acción de una analogía puede presentarse como una simulación, representación o reproducción del tópico, con los diferentes elementos que constituyen el análogo. Se trata de que el profesor, o el libro de texto, propongan al alumno que realice, él mismo, la simulación. De esta forma se reducen las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje y se garantiza la idoneidad de la analogía.

B. Proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con los alumnos.

i) Introducir el tópico. Presentar someramente el tópico, con sus características más llamativas. Esto debe permitir a los alumnos disponer de una primera aproximación al conocimiento objeto de aprendizaje.

ii) Identificar las características relevantes del análogo. Orientar a los alumnos a la búsqueda, identificación y recuperación de la memoria (recordar lo que conocen) del análogo que le es familiar. Ayudar a la representación mental de este análogo que forma parte de sus experiencias cotidianas, resaltando sus características.

iii) Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico. El análogo deber ser convincente, esto es, que presente una relación analógica plausible con el

tópico y, por lo tanto, sea un análogo del que se tiene total seguridad de su similitud con el tópico.

iv) Identificar las limitaciones de la analogía. Se propone hacer ver al alumno los campos de validez de las comparaciones establecidas, destacando casos límite para los que no es factible la extrapolación de la analogía. Se pueden explicitar las limitaciones de la analogía en un intento de garantizar que no se transfiera conocimiento irrelevante entre el análogo y el tópico.

La comprensión y el aprendizaje del tópico se consigue mediante la transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico. Esta transferencia tiene lugar entre componentes, atributos y nexos semejantes. Es decir, entre el análogo y el tópico debe existir una gran semejanza estructural y semántica.

Las comparaciones que se establecen son fundamentalmente entre nexos semejantes. Estas comparaciones son básicamente las responsables de la transferencia de conocimiento y, por tanto, de la comprensión y el aprendizaje. Las comparaciones entre atributos son de menor importancia en lo que respecta a la transferencia de conocimiento.

C. Evaluación del proceso

Como en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, en el proceso analógico tiene lugar un análisis o evaluación del mismo, de manera implícita o explícita.

Se debe ser consciente de que por muy alta que sea la semejanza estructural entre el análogo y el tópico, ésta nunca será total y siempre existirán limitaciones en la analogía. Es probable, por tanto, que como consecuencia de extralimitaciones los alumnos adquieran conclusiones erróneas sobre el tópico, causadas por la transferencia de conocimiento no deseable desde el análogo al tópico. Por este motivo es muy importante reflexionar y analizar la influencia de aquellos aspectos relacionados con el contexto en el que se desarrolla la analogía. Este análisis involucra a cada una de las fases del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje: diseño del análogo y proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se entiende que con el análisis o evaluación es posible evitar la transferencia de conocimiento no deseable desde el análogo hacia el tópico (y, por lo tanto, detectar la efectividad de la analogía) y optimizar el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

Aunque son múltiples las variables a las que podemos apelar a la hora de describir cómo son utilizadas las analogías en los textos, en esta ocasión nos centraremos sólo en una de ella, concretamente en el lugar en el que se ubica la analogía dentro del discurso de cada tema.

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ANALOGÍAS EN LOS LIBROS DE TEXTO: DISTRIBUCIÓN SEGÚN SU LOCALIZACIÓN EN LA UNIDAD DIDÁCTICA

El análisis de la distribución de las analogías en los libros de texto de las editoriales de mayor arraigo en España (Fernández, González y Moreno, 2003; González, 2002; González y Moreno, 1998; González, Moreno y Fernández, 2000) ha permitido

identificar y clasificar las analogías presentes en los libros de texto de las siguientes materias de Educación Secundaria: Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, Biología y Geología, Física, Química, Biología, Geología y Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. La muestra de análisis ha estado conformada por 84 libros de texto correspondientes a las siguientes editoriales: Editorial ECIR, Editorial EDEBÉ, Editorial ANAYA, Editorial Mc Graw Hill, Editorial SM, Editorial OXFORD EDUCACIÓN y Editorial SANTILLANA. El número de analogías que se han identificado es 399.

El estudio ha incorporado propuestas de distintos autores (Thiele y Treagust, 1994; González Labra, 1997; Marbá et al., 2004; Medina et al., 2004) y se ha concretado en la distribución de las analogías según su localización en la unidad didáctica (U.D.). Para ello se han considerado tres partes dentro de una unidad didáctica en relación con la posición de las analogías: *inicio*, *desarrollo* y *actividades finales.*

La localización de la analogía describe la parte de la unidad didáctica en la que se encuentra. Una analogía puede, por tanto, encontrarse en las páginas iniciales (o páginas de presentación), durante su desarrollo o en las actividades finales.

Son frecuentes los libros de texto que presentan margen y en estos casos es probable que el margen se aproveche para localizar la analogía en él. Este motivo nos ha llevado a considerar la modalidad de "*margen",* para cada una de las tres posibilidades de localización de las analogías presentes en los libros de texto. Así, por ejemplo, una analogía se puede localizar en el *desarrollo* de la unidad didáctica, pero al mismo tiempo podría estar insertada en el *desarrollo o* en el *margen*.

Cuando la analogía presenta un formato pictórico-verbal[1] existe la posibilidad de que su descripción textual se encuentre en el espacio de copia del libro de texto y que la imagen del análogo se halle en el margen. Se ha admitido en este caso, a efectos de clasificación de la analogía, que se encuentra localizada en el margen.

Algunas analogías pueden encontrarse en el desarrollo de la unidad didáctica del libro de texto como notas a pie de página. Se ha admitido en el análisis que la analogía se encuentra, en este caso, localizada en el desarrollo de la misma, sin más. Es decir, se obvia que se encuentre como nota al pie de página.

Así pues, de la muestra de textos de que disponemos se hace un censo de todas las modelizaciones categorizables como analogías que aparezcan al inicio, en el desarrollo, al final, contabilizando además cuantas de todas estas se encuentren en el margen.

La distribución de las analogías con respecto a su localización en la unidad didáctica refleja que más de las tres cuartas partes (78.7%) de las analogías presentes en los textos analizados se encuentran localizadas en el desarrollo de la unidad didáctica.

[1] Se admite que son tres los formatos en que pueden presentarse las analogías en los libros de texto: formato pictórico, formato verbal y formato pictórico-verbal. Una analogía se presenta en formato verbal cuando en el texto no figura la imagen del análogo, por lo que sólo tiene texto y carece de dibujo o representación del análogo. Una analogía se presenta en formato pictórico cuando la única información disponible del análogo en el texto es una imagen; sólo lleva, por tanto, un dibujo o representación del análogo. Una analogía se presenta en formato pictórico-verbal cuando en el texto figura una imagen con texto; es decir, cuando está en ambos formatos, pictórico y verbal.

Sólo un pequeño porcentaje de las analogías figuran en el *inicio* o en las *actividades finales* (10,5% y 10,8%, respectivamente). También es muy pequeño, comparativamente, el porcentaje de analogías que figuran en el margen de los textos (15,8%).

Si se tiene en cuenta que los conceptos de las unidades didácticas se abordan durante su desarrollo, parece apropiado que la gran mayoría de las analogías figuren en este mismo lugar, ya que se utilizan, generalmente, como herramientas de ayuda al aprendizaje.

La presentación de las U.D. en los libros de texto suele incluir una imagen. Algunas editoriales tienden a utilizar como imagen la de un análogo, presentando así la U.D. mediante una analogía de formato pictórico. En cualquier caso, obedece más a razones orientadas a familiarizar al alumno con el contenido objeto de estudio que a una apuesta por ayudarle en el proceso de modelización.

Las analogías que se presentan en las *actividades finales* de las U.D. han sido propuestas por los autores de los textos con la finalidad de sintetizar, aclarar y relacionar los conceptos estudiados durante la misma. Se utilizan, por tanto, como complemento a los resúmenes, esquemas y mapas conceptuales.

Dado que las páginas iniciales y las dedicadas a las actividades finales no tienen margen, se puede afirmar que las 63 analogías que figuran en los márgenes (15,8% del total) están ubicadas en el *desarrollo*. El hecho de situar las analogías en el margen le confiere al eje de la enseñanza un carácter anecdótico o de ayuda a la información, es decir, un carácter secundario. No tienen un carácter principal, como cabría esperar de una herramienta de ayuda al aprendizaje.

Se han identificado 63 analogías localizadas en el margen, de las que sólo 46 (el 73,0%) tienen un formato pictórico o pictórico-verbal. Este hecho evidencia que los autores y editores de libros de texto tienden a "no sacrificar espacio de copia" para introducir en él imágenes analógicas. La finalidad, probablemente, sea la de lograr que el texto tenga un precio mínimo y, por tanto, más competitivo.

En la tabla 1 se hace constar los datos del análisis comparativo entre las editoriales investigadas. Refleja que los porcentajes de analogías localizadas en el margen varían considerablemente de una editorial a otra. Oscilan entre el 38,5% para la Editorial Mc Graw Hill y el 11,0% para la Editorial ECIR. Son datos que conducen a desvelar el diferente tratamiento que las editoriales otorgan a las analogías que figuran en sus textos.

Sin embargo, los porcentajes anteriores hay que interpretarlos con cautela. La razón está en que las editoriales que mayor porcentaje de analogías localizan en el margen de sus textos son las únicas que presentan márgenes definidos en todos ellos. Se puede afirmar, por tanto, que existe relación entre el número de libros de texto que presentan márgenes definidos y la cantidad de analogías que se localizan en estos. Es decir, los autores y editores de las editoriales de la presente investigación cuando disponen de margen lo utilizan para localizar parte de las analogías.

EDITORIAL	INICIO	DESARROLLO	ACTIVIDADES FINALES	TOTAL
ECIR	5,3%	87,2%	7,4%	100%
EDEBÉ	21,0%	71,0%	7,9%	100%
ANAYA	3,7%	77,7%	18,5%	100%
MGH	5,5%	72,2%	22,4%	100%
SM (I)	30,0%	62,9%	7,1%	100%
SM (T)	25,4%	69,5%	5,1%	100%
OXFORD	3,3%	86,9%	9,8,%	100%
SANTILLANA	4.44%	84.4%	11,1%	100%

Tabla 1.- *Distribución de las analogías según su localización en la U.D. para cada una de las editoriales.*

CONCLUSIONES

El análisis ha utilizado los libros de textos recientes, en circulación y de mayor utilización. La muestra de investigación, en consonancia con el planteamiento de analogía expuesto, ha revelado lo siguiente:

- Que más de las tres cuartas partes (el 78,7%) de las analogías que se han identificado se encuentran localizadas en el desarrollo de la unidad didáctica o lección (según proceda), hecho obvio si se tiene en cuenta que los conceptos se abordan durante el desarrollo de la unidad estructural y que las analogías se utilizan como herramientas de ayuda al aprendizaje.
- Que las analogías que figuran en los márgenes (el 15,8% del total) de los textos se encuentran localizadas en el desarrollo de la unidad didáctica o lección. La mayor parte de ellas (el 73,0%) se presentan en formato pictórico o pictórico-verbal. Este hecho confiere a dichas analogías un carácter secundario y sugiere que los autores y editores de libros de texto tienden a “no sacrificar espacio de copia” para introducir en él imágenes analógicas.

REFERENCIAS

CLEMENT, J. (1988). Observed Methods for Generating Analogies in Scientific Problem Solving. *Cognitive Science,* 12, pp. 563-586.

CLEMENT, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Students´Preconceptions in Physics. *Journal of Research in Science Teaching,* 30(10), pp. 1241-1257.

DRIEL, J. H. VAN Y VERLOOP, N. (1999). Teachers' knowledge and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), pp.1141-1153.

DUIT, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education,* 75(6), pp. 649-672.

ELSE, M.J.; RAMÍREZ, M.A. Y CLEMENT, J. (2002). When are analogies the right tool? A look at the strategic use of analogies in teaching cellular respiration to middle-school students. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J.Di Biase y B.A. Crawford (Eds.). *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*. Charlotte, North Carolina.

FERNÁNDEZ, J., ELORTEGUI, N., RODRÍGUEZ, J. Y MORENO, T. (2001). *Modelos Didácticos y Enseñanza de las Ciencias*. Centro de la Cultura Popular Canaria.

FERNÁNDEZ, J., GONZÁLEZ, B., MORENO, T. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 35, pp. 82-89.

FERNÁNDEZ, J., PORTELA, L., GONZÁLEZ, B. Y ELORTEGUI, N. (2001). Las analogías en el aprendizaje de la Física en Secundaria*. I. Congreso Nacional de Didácticas Específicas*. Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI, Vol. 2, pp. 1901-1913. Universidad de Granada

FERNÁNDEZ, J.; GONZÁLEZ, B.; MORENO, T. (2004). Consideraciones acerca de la investigación en analogías. *Estudios Fronterizos*, 5(9), pp.79-105.

GICK, M. Y HOLYOAK, K. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology,*12, pp. 306-355.

GLYNN, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching with Analogies Model. En Glynn, S.; Yeany, R.; Britton, B. (Eds.), *The Psychology of Learning Science*, pp. 219-240. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbau

GLYNN, S. (1995). Conceptual Bridges. Using analogies to explain scientific concepts. *Science Teacher,* 62(9), pp. 25-27.

GONZÁLEZ, B. M. (2002). *"Las Analogías en el proceso Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza"*. Tesis Doctoral. Centro Superior de Educación. Universidad de La Laguna. (ISBN: 84-699-9636-3)

GONZÁLEZ, B. M.; MORENO, T. (1998). Las analogías en la enseñanza de las Ciencias. La Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria*, pp.204-206. Madrid: II Simposio del Colegio Oficial de Biólogos, Ediciones.*

GONZÁLEZ, B. M., MORENO, T. Y FERNÁNDEZ, J. (2000). Modelos de enseñanza con analogías. *Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales,* pp. 161-169. Madrid: Facultad de Educación de la Universidad Complutense.

GONZÁLEZ LABRA, Mª J. (1997). *Aprendizaje por analogía*. Editorial Trotta, S.A.: Madrid

GRECA, I. M. y MOREIRA, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), pp. 1-11.

GUTIÉRREZ, R. (2004). La modelización en los procesos de enseñanza/aprendizaje. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 42, pp. 8-18.

GUTIÉRREZ, R. (2001). Introducción al modelo mental y a su utilización en investigación en Didáctica de las Ciencias. *Actas VI Congreso Internacional sobre Didáctica de las Ciencias.* "Retos de la enseñanza de las Ciencias en el siglo XXI". *Enseñanza de las Ciencias*, nº Extra. Vol. 2, pp. 313-314.

JIMÉNEZ, J. D.; HOCES, R. Y PERALES, F. J. (1997): "Análisis de los modelos y los grafismos utilizados en los libros de texto". *Alambique*, 11, pp. 75-86.

JUSTI, R. Y GILBERT, J.K.(2002). Modelling teachers´ views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), pp. 369-387.

MARBÁ, A.; SOLSONA, N. Y IZQUIERDO, M. (2004). Análisis de textos para la competencia lectora de los estudiantes de ciencias. *Actas XXI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 239-244. Universidad del País Vasco: San Sebastián.

MOREIRA, M. A. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza-aprendizaje de la Física y en la investigación en este campo. *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales,* pp. 31-47, La Laguna, 2002.

OLIVA, J. Mª.; ARAGÓN, M.; MATEO, J. Y BONAT, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp. 453-470.

OLIVA, J. Mª; ARAGÓN, Mª.M.; BONAT, M. Y MATEO, J. (2003a). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), pp. 429-444.

OLIVA, J. Mª; ARAGÓN, Mª.M.; MATEO, J. Y BONAT, M. (2003b). Cambiando las concepciones y creencias del profesorado de ciencias en torno al uso de analogías. Versión electrónica de la *Revista Iberoamericana de Educación*. Sección "de los lectores". En línea en: http://www.campus-oei.org/revista/frame_lectores1.htm

ORTONY, A. (1975). Why metaphors are necessary and not just nice. *Educational Theory,* 25, pp. 45-53.

REIGELUTH, C. (1983). Meaningfulness and instruction: Relating what is being learned to what a student knows. *Instructional Science*, 12, pp. 197-218.

THIELE, R. Y TREAGUST, D. (1994). The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science,* 22(1), pp. 61-74.

VOSNIADOU, S. Y ORTONY, A. (1989). Similarity and analogical reasoning: A synthesis. *Similarity and Analogical Reasoning*. In S. Vosniadou and A. Ortony (Eds), Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-17.