

MODELOS DE ENSEÑANZA CON ANALOGÍAS

González, Benigno

Moreno, Teodomiro

Fernández, José

Grupo Blas Cabrera Felipe - GITEP . Centro Superior de Educación de la Universidad de La Laguna, C/ Heraclio Sánchez, nº , Teléfono: 922 319685 e-mail: jofdez@ull.es

Introducción

Las analogías han jugado un papel muy importante en el avance de las Ciencias. Este es el caso de Johannes Kepler cuando en 1605 describió una analogía entre el movimiento planetario y un mecanismo de relojería, o el de Joseph Priestley (1773/1804) cuando propuso la Ley de la Fuerza Eléctrica por analogía con la Ley de la Gravitación Universal de Newton.

Los profesores y autores de libros de texto de ciencias emplean, también, con bastante frecuencia las analogías. Esto es debido a que las analogías son herramientas poderosas que se utilizan en el proceso enseñanza-aprendizaje para hacer familiar aquello que no es muy asequible. Permiten relacionar una situación cotidiana al alumno (análogo) con otra desconocida o nueva (tópico), facilitando la relación de la información y la elaboración de estructuras de conocimiento más comprensibles. Contribuyen, de esta forma, a un aprendizaje menos memorístico y más significativo (Clement, 1988, 1991; Duit, 1991; Glynn, 1991). Su objetivo es facilitar la comprensión de los conceptos científicos teóricos, conceptos para los que no existen ejemplos perceptibles en el entorno, como los asociados a la naturaleza de los átomos.

El uso de las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje lleva implícito el establecimiento de correspondencias, semejanzas y relaciones entre dos situaciones diferentes, la familiar (análogo) y la desconocida o nueva (tópico). Aunque ambas situaciones son parecidas, la analogía nunca será total: existirán siempre limitaciones y

Publicado en: - González, B.; Moreno, T.; Fernández, J. Modelos de enseñanzas con analogías. XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. 13 al 15 septiembre de 2000. Madrid. Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales 161-169.

elementos no pertinentes entre el análogo y el tópico. Por este motivo surge la necesidad de un modelo que guíe o que tutele el uso y la construcción de las analogías, tanto para las de los libros de texto como para las que desarrolla el profesor en el aula. Es decir, un modelo que nos garantice el uso efectivo y la construcción de las analogías sobre la base de lo que los alumnos ya conocen.

Son varias las propuestas metodológicas que podemos encontrar en la bibliografía para usar y construir analogías. Si seguimos un orden cronológico, la primera es la GMAT, denominada *General Model of Analogy Teaching*, sugerida por Zeitoun (1984). Según ésta, debemos tener muy en cuenta la conveniencia y las características de la analogía que vamos a manejar en el aula, la metodología de enseñanza que pensamos emplear y el medio en el que vamos a presentar la analogía (Duit, 1991). También Gentner (1983, 1989), en la propuesta *Structure Mapping Theory*, hace una distinción muy exhaustiva de los diferentes tipos de similitudes que pueden presentarse entre el análogo y el tópico y especifica aquellas que deben intervenir en una analogía. Dupin y Johsua (1989) proponen una serie de recomendaciones a tener en cuenta por los profesores en sus construcciones analógicas y en sus explicaciones, todas ellas relacionadas con la naturaleza de las analogías. Proponen que las analogías deben presentar un análogo concreto, deben ser plausibles, deben presentarse simplificadas, deben tener un análogo accesible y, tanto el análogo como el tópico deben presentar un gran isomorfismo estructural. En este mismo año, Brown y Clement (1989) desarrollan una propuesta que se fundamenta en las denominadas *analogías puente*. Su objetivo es el facilitar el cambio conceptual ante un determinado tópico, presentando para ello un análogo intuitivo y familiar a los alumnos y coherente con las ideas científicas. Para garantizar dicho cambio conceptual se introduce una *situación puente* entre el análogo y el tópico. De este modo la analogía queda dividida en dos escalones pequeños, más fáciles de superar -comprender- que un único escalón largo. También, con anterioridad, Cosgrove y Osborne (1985) fundamentaron el uso de la analogía para promover el cambio conceptual. Propusieron que el cambio conceptual se desarrollaba en cuatro fases y resaltaron el valor que las analogías tienen en la denominada *fase de desafío*, fase en la que el profesor intenta que la visión científica del concepto sea inteligible y plausible para

Publicado en: - González, B.; Moreno, T; Fernández, J. Modelos de enseñanzas con analogías. XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. 13 al 15 septiembre de 2000. Madrid. Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales 161-169.

los alumnos (Harrison y Treagust, 1993). Una propuesta posterior es la TWA, formulada por Glynn (1991) y denominada *Teaching With Analogies*. Consta de los seis pasos que se describen a continuación: introducir el tópico, recordar a los alumnos el análogo, identificar las características relevantes del análogo, establecer las correspondencias entre el análogo y el tópico, describir las conclusiones sobre el tópico e identificar las limitaciones de la analogía. Esta propuesta fue modificada más tarde por Harrison y Treagust (1993) en base a las numerosas observaciones de aula que llevaron a cabo y que les permitieron argumentar lo siguiente:

- la mayoría de los profesores, en sus explicaciones, identifican las limitaciones de la analogía -o correspondencias para las que la analogía se viene abajo- a continuación del establecimiento de las correspondencias entre el análogo y el tópico.
- si las conclusiones se describen antes de identificar las limitaciones de la analogía, las concepciones erróneas que se producen en los alumnos son más frecuentes.

Proponen, por tanto, intercambiar los apartados 5 y 6 del modelo de Glynn. Esta modificación fue avalada por destacados investigadores en el campo de las analogías y por el propio Glynn, de modo que a esta propuesta modificada se le continúa conociendo con el mismo nombre de TWA (Glynn, 1995, 1998; Harrison y Treagust, 1993; Thiele y Treagust, 1995).

Propuesta de clasificación

Existe una relación directa entre las propuestas metodológicas que hemos comentado y la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto. Por este motivo hemos realizado un trabajo de investigación, con la finalidad de detectar y clasificar la naturaleza de las analogías presentes en las siete editoriales -A, B, C, D, E, F y G- más utilizadas en los institutos de enseñanza secundaria. Hemos desarrollado un sistema de clasificación que está basado, con modificaciones, en el de Curtis y Reigeluth (1984) y Thiele y Treagust (1994). Se fundamenta en que cada analogía se va a conocer por unas características que obedecen a los siguientes criterios:

localización de la analogía en la unidad didáctica. Las analogías pueden estar localizadas en las páginas iniciales o de presentación, en el desarrollo, o en las

actividades finales de la unidad didáctica. También, cuando el texto presenta margen, pueden encontrarse localizadas en él.

formato de presentación de la analogía en la unidad didáctica. Las analogías pueden presentarse en tres formatos: verbal, pictórico y pictórico-verbal. Una analogía es verbal cuando en el texto no figura la imagen del análogo. Una analogía es pictórica cuando la única información disponible del análogo figura en el texto en formato de imagen. Una analogía es pictórico-verbal cuando figura en el texto en ambos formatos, pictórico y verbal.

orientación analógica. Existe orientación analógica cuando el texto explica y describe el análogo, con sus características más relevantes, y cuando advierte a los alumnos de que la estrategia que se está utilizando es una analogía. La advertencia viene indicada con las palabras "analogía", "análogo/a", "símil", "similar", "asemeja" o "semejante". No existe orientación analógica cuando en el texto no se presentan ninguna de las dos condiciones anteriores, es decir, ni se explica el análogo ni se advierte.

posición del análogo respecto a la instrucción del tópico. El análogo puede presentarse antes, durante o después de la instrucción del tópico.

nivel de abstracción del análogo y del tópico. Según el nivel de abstracción que presenten el análogo y el tópico, las analogías pueden clasificarse en concreto/concreto (cuando tanto el análogo como el tópico son concretos), abstracto/abstracto (cuando tanto el análogo como el tópico son abstractos) o concreto/abstracto (cuando el análogo es concreto y el tópico abstracto).

relación analógica entre el análogo y el tópico. La relación analógica nos indica el tipo de semejanza compartida entre el análogo y el tópico. Cuando presentan semejanzas en la apariencia física externa o interna la relación analógica es estructural. Cuando presentan semejanzas en la función o comportamiento la relación analógica es funcional. Cuando presentan ambos tipos de semejanzas la relación analógica es estructural-funcional.

nivel de enriquecimiento o extensión con que el autor describe las correspondencias de semejanza entre los distintos elementos del análogo y del tópico. Las analogías se clasifican, según su nivel de enriquecimiento, en simples, enriquecidas,

enriquecidas con limitaciones y extendidas. Las analogías enriquecidas describen y/o explican las similitudes entre el análogo y el tópic. Cuando esto no sucede las analogías se denominan simples. Si en una analogía se describe la limitación que presenta alguna de las similitudes descritas, la analogía se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL1. Si lo que se describe es la limitación que se presenta entre alguna similitud no descrita con anterioridad, la analogía se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL2. Una analogía es extendida cuando se emplean varios análogos para explicar un tópic, o cuando se emplea un análogo para explicar varios tópicos. En el primer caso es extendida en el análogo y en el segundo caso extendida en el tópic.

multiplicidad. Las analogías múltiples son aquellas en las que se emplean varios análogos para explicar aspectos distintos de un tópic complejo. Tienen la finalidad de evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo.

Metodología de clasificación

A continuación mostramos algunos ejemplos de analogías que hemos encontrado en los libros de texto de nuestra investigación. Vamos a describirlas en base a los criterios de nuestra propuesta de clasificación.

La figura 1 muestra una analogía localizada en el desarrollo de la unidad didáctica y en el margen. Con ella se pretende que el alumno visualice la dimensión del núcleo en relación con la del átomo. Su formato de presentación es pictórico-verbal pues en el texto figura tanto la imagen del análogo como su descripción verbal. No se advierte a los alumnos de que la estrategia que se está utilizando es una analogía y no se explica el análogo, por lo que no existe orientación analógica.



Figura 1. Editorial F, FYQ 3ºESO, página nº 58

Publicado en: - González, B.; Moreno, T; Fernández, J. Modelos de enseñanzas con analogías. XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. 13 al 15 septiembre de 2000. Madrid. Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales 161-169.

El análogo -estadio de fútbol y guisante- se presenta después de la instrucción del tópico. El nivel de abstracción es concreto-abstracto y la relación analógica es estructural, pues entre el análogo y el tópico se comparten semejanzas de apariencia física externa. Se trata de una analogía enriquecida ya que se describen las similitudes entre el análogo y el tópico: átomo y estadio de fútbol y núcleo y guisante.

La figura 2 muestra una analogía localizada en el desarrollo de la unidad didáctica y en el espacio de copia del texto. Su finalidad es que los alumnos comprendan las reacciones químicas de polimerización. El formato es pictórico-verbal, el análogo se presenta durante la instrucción del tópico y el nivel de abstracción es concreto-abstracto.

La relación analógica es estructural y la analogía es enriquecida ya que se describen las semejanzas entre el análogo y el tópico: monómeros y hombres separados y polímeros y hombres en cadena.

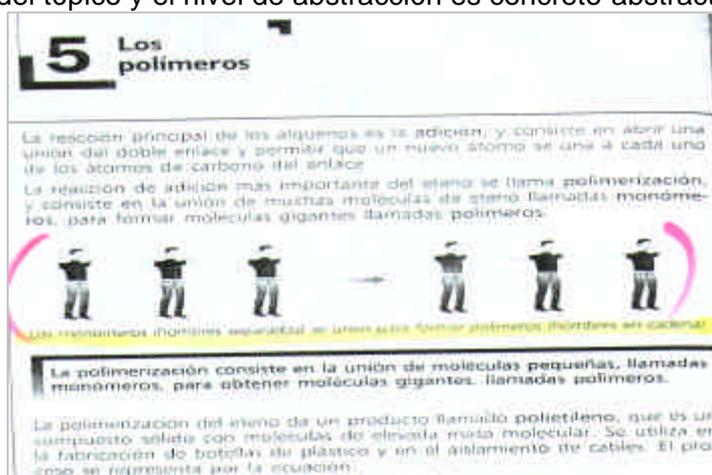


Figura 2. Editorial E(b), FYQ 3º ESO, Página nº 116

Análisis de los resultados.

Se han detectado un total de 399 analogías en los 84 libros de texto examinados, y se han realizado estudios de:

Distribución de las analogías por materias.

Distribución de las analogías por materias, cursos de ESO y cursos de bachillerato.

Distribución de las analogías según el contenido del tópico y curso.

Distribución de las analogías según su localización en la unidad

Publicado en: - González, B.; Moreno, T.; Fernández, J. Modelos de enseñanzas con analogías. XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. 13 al 15 septiembre de 2000. Madrid. Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales 161-169.

didáctica.

Distribución de las analogías según su formato de presentación y posición.

Distribución de las analogías según su nivel de abstracción y relación analógica.

Distribución de las analogías según su nivel de enriquecimiento, multiplicidad y orientación.

La *Tabla 1* nos muestra la distribución última, tanto a nivel general como a nivel de cada una de las editoriales¹. Pone de manifiesto que sólo un 13% de las analogías presentes en los libros de texto contiene orientación analógica. El 50.6% de las analogías no presenta orientación analógica.

EDITORIAL	SIMPLE	ENRIQUECIDA	EL1	EL2	ESTÉNDIDA	MÚLTIPLE	ANÁLOGO	ADVERTIR	ANÁLOGO ADVERTIR	SIN ORIENTACIÓN
A	56	38	3	1	5	1	33	25	11	47
B	17	21	0	2	2	0	15	7	5	21
C	36	18	5	1	3	0	22	24	15	23
D	10	8	2	1	3	0	9	4	3	8
E(a)	16	14	1	0	0	0	10	5	0	15
	25	15	0	0	2	0	22	3	3	18
E(b)	6	13	1	1	0	0	9	5	5	10
F	35	26	3	1	5	0	24	13	7	31
G	29	16	1	0	4	0	11	8	3	29
TOTAL	230	169	16	7	24	1	155	94	52	202
(%)	(57.6)	(42.4)	(4)	(1.7)	(6)	(0.2)	(39)	(23.6)	(13)	(50.6%)

Tabla 1. Distribución de las analogías según su nivel de enriquecimiento, multiplicidad y orientación.

Este hecho cuestiona la importancia que los autores de libros de texto conceden a las propuestas metodológicas que comentamos en la introducción y que hacen referencia a la orientación analógica. En ellas se recomienda explicar o describir el análogo y advertir a los alumnos de que se va a establecer una comparación entre dos situaciones,

¹ La editorial que hemos denominado "E" presenta dos versiones diferentes para cada uno de sus textos de ESO. Este es el motivo por el que las hemos diferenciado con las denominaciones E(a) y E(b). La fila intermedia es común a ambas y corresponde a los textos de bachillerato.

una familiar y otra no familiar. De esta forma se puede evitar que, cuando el análogo seleccionado por el autor del texto no es familiar, el alumno no comprenda la analogía. También evitaríamos que los alumnos no reconozcan un pasaje del texto como analógico contribuyendo a que no se establezcan semejanzas indeseables entre el análogo y el tópic.

Gráfico 1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ANALOGÍAS SEGÚN LA ORIENTACIÓN ANALÓGICA.

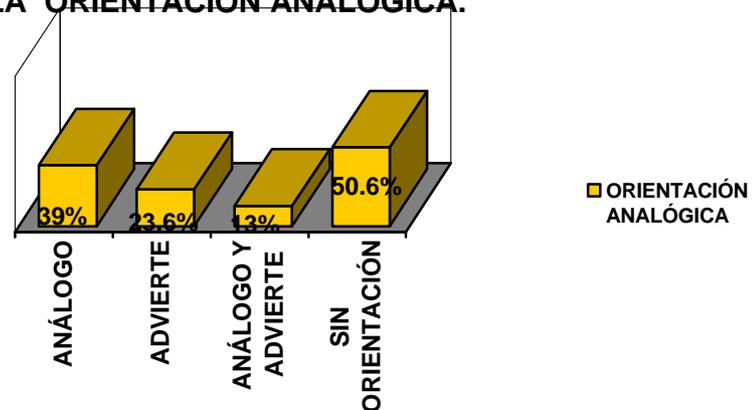
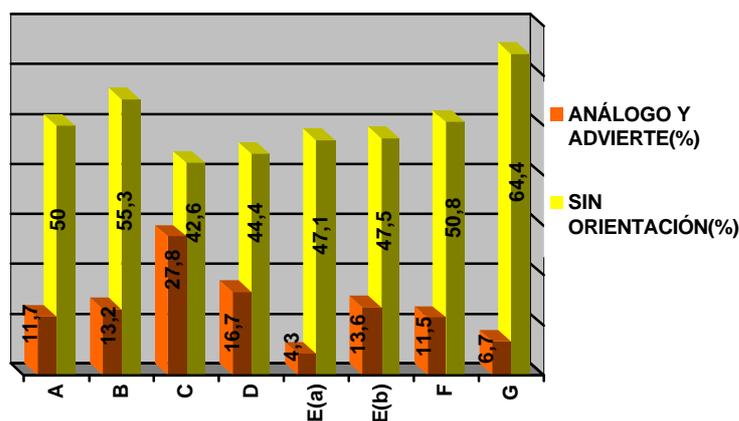


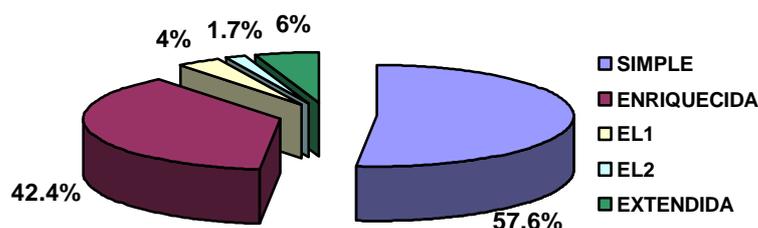
Gráfico 2. GRÁFICO COMPARATIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ANALOGÍAS SEGÚN SU ORIENTACIÓN ANALÓGICA.



Publicado en: - González, B.; Moreno, T; Fernández, J. Modelos de enseñanzas con analogías. XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. 13 al 15 septiembre de 2000. Madrid. Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales 161-169.

Los gráficos 1 y 2 muestran esta distribución a nivel general y de cada una de las editoriales. Sólo la editorial C muestra un porcentaje relativamente alto de analogías en las que se explica el análogo y se advierte de la estrategia analógica. La Editorial G presenta el porcentaje más alto de analogías sin orientación.

Gráfico 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS ANALOGÍAS SEGÚN SU NIVEL DE ENRIQUECIMIENTO.



En lo que respecta al nivel de enriquecimiento y multiplicidad, la investigación revela que más de la mitad de las analogías (57.6%) son simples. Además, las analogías en las que se describen las limitaciones de las similitudes que se establecen entre el análogo y el tópico son mínimas: 4% y 1.7% para EL1 y EL2, respectivamente.

Las analogías simples se usan en los casos donde la relación analógica es obvia y necesita poca o ninguna explicación. Sin embargo, cuando el tópico es abstracto y de difícil comprensión para el alumno, los investigadores nos recomiendan en sus propuestas que las analogías deben describir las correspondencias entre las similitudes del análogo y del tópico. También nos recomiendan que deben incluir las limitaciones entre dichas correspondencias. Y es que el uso de analogías simples en los textos presupone que es el alumno el que debe buscar las similitudes y diferencias, dejándoles libertad para llegar a sus propias conclusiones sobre el contenido del tópico. En este sentido las limitaciones actúan como advertencias que especifican a los alumnos aquellas correspondencias que no se deben establecer o, de las ya establecidas, sus restricciones.

El nivel de enriquecimiento que presentan las analogías varía de unas editoriales a otras. Los gráficos 3.a y 3.b lo testifican, mostrándonos que la editorial B es la única en la que el porcentaje de analogías simples es menor que el de enriquecidas. La editorial C es la que presenta el porcentaje más bajo de analogías enriquecidas.

Las analogías enriquecidas con limitaciones y extendidas son muy escasas en las dos versiones de la editorial E. La editorial D destaca por ser la que presenta el mayor porcentaje de analogías con

limitaciones, tanto EL1 como EL2, y analogías extendidas; sin embargo, estos porcentajes altos se corresponden con una editorial que sólo presenta en sus textos educación secundaria (ESO y bachillerato) 18 analogías.

A pesar del gran valor didáctico de las

Gráfico 3a. GRÁFICO COMPARATIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ANALOGÍAS SEGÚN SU ENRIQUECIMIENTO.

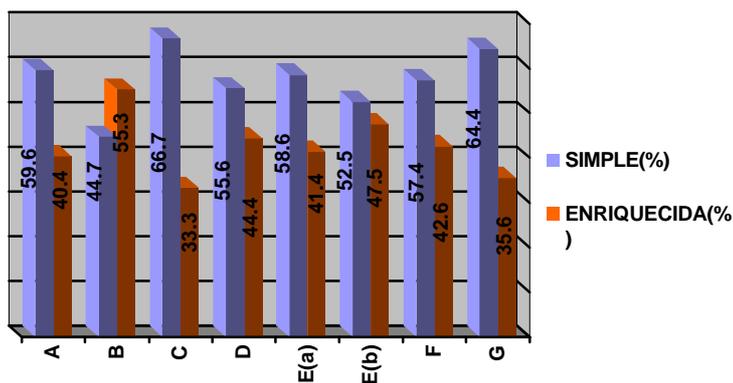
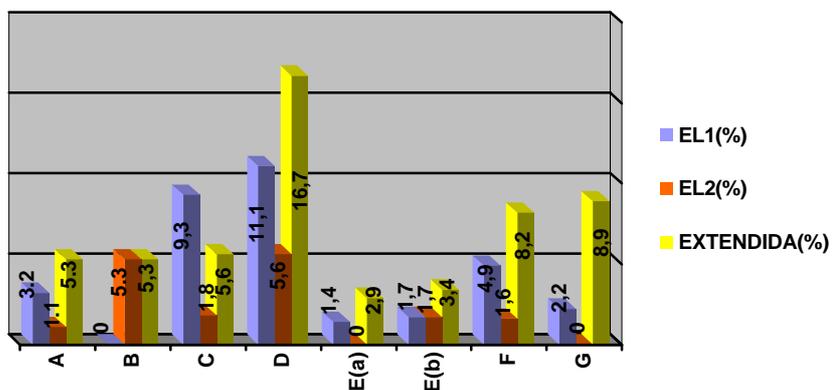


Gráfico 3b. GRÁFICO COMPARATIVO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ANALOGÍAS SEGÚN SU ENRIQUECIMIENTO.



analogías múltiples, sólo hemos encontrado en nuestra investigación una. Pertenece a la editorial A y en ella se han utilizado dos análogos para explicar dos aspectos diferentes de un mismo tópico.

Para concluir queremos comentar que las propuestas metodológicas de nuestra revisión bibliográfica se centran, fundamentalmente, en indicarnos que una analogía es solamente una herramienta de ayuda en el aprendizaje si el alumno comprende el análogo a fondo, identifica la estrategia analógica e identifica las correspondencias entre el análogo y el tópico. Este proceso de comprensión, identificación, extracción y transferencia de similitudes deber ser suministrado por el autor del libro de texto.

BIBLIOGRAFÍA

BROWN, D. y CLEMENT, J., (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, Vol. 18, pp. 237-261.

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.

CURTIS, R.; REIGELUTH, C., 1984. The use of analogies in written text. *Instructional Science*, Vol. 13, nº2, pp. 99-117.

DUIT, R., 1991. On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, Vol 75, nº6, pp. 649-672.

DUPPIN, J.; JOSHUA, S., 1989. Analogies and Modeling Analogies in Teaching-Some Examples in Basic Electricity. *Science Education*, Vol. 73, Iss 2, pp.207-224.

GENTNER, D.,1983. Structure-Mapping: a Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, Vol. 7, pp. 155-170.

GENTNER, D.,1989. The mechanisms of analogical reasoning. Similarity and analogical reasoning, S.Vosniadou & A.Ortony Eds., Cambridge University Press, London, pp. 199-241.

Publicado en: - González, B.; Moreno, T; Fernández, J. Modelos de enseñanzas con analogías. XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. 13 al 15 septiembre de 2000. Madrid. Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales 161-169.

- GLYNN, S., 1991. Explaining Science Concepts: A Teaching with Analogies Model. *The Psychology of Learning Science*. Glynn, S;Yeany, R.; Britton (Eds.), Cap. 10º, pp. 219-240.
- GLYNN, S., 1995. Conceptual Bridges. Using analogies to explain scientific concepts. *Science Teacher*, Vol. 62, nº 9, pp. 25-27.
- GLYNN, S.; LAW, M.; DOSTER, E., 1998. Making Text Meaningful: The Role of Analogies. *Learning From Text Across Conceptual Domains*, Cynthia R. Hynd (Eds.), Cap. 9º, pp.193-208.
- GONZÁLEZ, B.; MORENO, T., 1998. Las analogías en la enseñanza de las Ciencias. *La Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria. II SIMPOSIO*. Ed. Colegio Oficial de Biólogos, 1998.
- HARRISON, A.G. y TREAGUST, D., 1993. Teaching With Analogies - A Case Study in Grade 10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, Iss. 10, pp. 1291-1307.
- THILE, R. y TREAGUST, D., 1994. The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, Vol. 22, nº 1, pp. 61-74.
- THIELE, R., VENVILLE, G. y TREAGUST, D., 1995. A Comparative Analysis in Secondary Biology and Chemistry Textbooks Used in Australian Schools. *Research in Science Education*, Vol. 25, nº 2, pp. 221-230