

COMUNICACIÓN EN CIENCIAS CON MODELOS PICTÓRICOS

Piedad Serrano Moreno
Colaborador en el Área
de Ciencias
Experimentales del
Departamento de
Didácticas Especiales,
Facultad de Educación,
Universidad de La
Laguna, Tenerife.
e-mail:
piaserrano@hotmail.com

José Fernández González
Departamento de
Didácticas Especiales,
Facultad de Educación,
Universidad de La Laguna,
Tenerife.
e-mail: jofdez@ull.es

Benigno Martín González
González
Colaborador en el Área de
Ciencias Experimentales
del Departamento de
Didácticas Especiales,
Facultad de Educación,
Universidad de La Laguna,
Tenerife.

Resumen

Ejemplos y modelos son instrumentos habituales de los docentes para contextualizar la Ciencia y uno de los principales tipos de modelos son las analogías.

El proceso de enseñanza- aprendizaje lleva implícito la comprensión y el razonamiento y para tal fin, la elaboración de modelos. La comprensión supone la construcción de un modelo mental que es particular para cada uno de los alumnos. Sin embargo, cuando un alumno se encuentra frente a un concepto teórico y abstracto para el que no existen ejemplos perceptibles en el entorno, la construcción de un modelo de comprensión puede no ser una tarea sencilla y se facilita ofreciendo uno inicial, ya confeccionado, en forma de comparación.

Este modelo de comprensión es el objetivo de la analogía. La analogía es, por tanto, un intento más de modelizar en aras del aprendizaje. Puede considerarse como un recurso didáctico útil para aplicar en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Facilita la visualización de los conceptos teórico-abstractos, facilita el recuerdo de la información y su contextualización y aporta una disposición positiva hacia el aprendizaje. Permite construir el conocimiento y desarrollar el pensamiento creativo.

La analogía conecta el nuevo conocimiento con el que ya tienen los alumnos. Y se debe averiguar en primer lugar el conocimiento que poseen los alumnos para conectarlo posteriormente con el nuevo concepto 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 va aprendiendo.

Las analogías pictóricas pueden mostrar objetos reales, pero se refieren a otras cosas que el contenido para el que aparecen en el texto. Es decir, aunque se utilizan para explicar un determinado concepto o tópico, hacen referencia a un tema que en principio no guarda relación con el. Con frecuencia las analogías pictóricas pueden contener algún elemento humorístico o de simulación que la hacen parecer más atractiva.

Docentes y editores de libros de texto utilizan las analogías sin profundizar en el análisis de su eficacia para el aprendizaje. Tras estudiar 84 libros de texto de Ciencias para estudiantes entre 12 y 18 años, la distribución de analogías pictóricas, verbales y pictórico-verbales en los distintos niveles y asignaturas muestra disparidades entre los resultados de las investigaciones didácticas y su uso en la práctica. Las conclusiones incluyen recomendaciones para la adecuada utilización de las analogías tanto para docentes como para editores.

Palabras clave: modelo, analogía, textos de secundaria

Introducción

La observación cotidiana de que aprender es más fácil cuando lo que se aprende está relacionado con lo cercano y familiar, se traduce técnicamente en que el aprendizaje de las ideas de la ciencias se produce en zonas de desarrollo próximas al alumno y en los conceptos cercanos al contexto en que vive. Lo cercano, lo práctico, lo útil, es aceptado más fácilmente por el alumno y de ahí que contextualizar el mensaje que recibe sea una de las estrategias más eficaces que puede adoptar un docente.

Toda idea nueva es difícil de transmitir, ya que obliga a la reestructuración de los conceptos del emisor para acomodarlos a los del receptor. Este es un problema con el que han tropezado todos los innovadores a través de la Historia de la Ciencia y, a otra escala, todos los docentes en su intento de acercar el conocimiento a sus alumnos, sea científico o cotidiano. Al fin y al cabo, para los alumnos, la mayor parte de las ideas propuestas por sus profesores son nuevas y difíciles de captar.

Uno de los procedimientos más utilizados para solventar esta dificultad consiste en el empleo de ejemplos, modelos y analogías que faciliten esa reestructuración mental y contextualicen el nuevo conocimiento.

Desde que se sobrepasa el umbral del centro docente, se requiere comunicación en el contexto escolar: lenguaje para comunicarse, metáforas, ejemplos, símiles, modelos o representaciones, analogías, etc. Se debe avanzar en comunicar ideas y procesos cotidianos de la ciencia con representaciones sencillas y próximas al “saber del alumno”.

Los modelos constituyen instrumentos para conseguir nuevas ideas inteligibles. Las analogías son una herramienta que los profesores podrían usar para acrecentar la inteligibilidad y plausibilidad de las explicaciones.

El uso de modelos como técnicas de formalización ha jugado un papel central en la construcción de nuevas representaciones científicas y en la comunicación de las mismas dentro de la comunidad científica. Los modelos científicos se desarrollan para responder a los fenómenos observados y para aclarar puntos de la teoría delicados o difíciles. Los modelos ocupan una posición intermedia entre la realidad observada y la teoría.

En la docencia, comparando el tópico que se quiere explicar con algo análogo y desarrollando una trama de relaciones entre ambos, los alumnos entienden muchas más cosas que las explicitadas por el profesor, ya que sus conocimientos sobre la idea análoga, más cercana a su entorno próximo de conocimiento, se transfieren al nuevo tópico presentado.

El rango de los tipos de modelos y ejemplos que se utilizan cuando se enseñan contenidos científicos debe estar limitado por el desarrollo intelectual del alumno según la edad.

En general, en la enseñanza hay cierta ausencia en lo relativo a “la teoría y el uso de modelos”; se manifiesta en la carencia de oportunidades en la mayoría de las

clases de ciencias, para desarrollar intentos de hacer modelos y criticar las predicciones que éstos evalúan (Coll, y col., 2005).

Según Perales (2000), los modelos facilitan los flujos de información en términos generales y también plantean nuevos interrogantes desde la óptica de la enseñanza de la ciencia. El modelo constituye una materialización del mensaje de la "ciencia que debe ser enseñada" y que ha evolucionado históricamente, complicándose conforme lo ha hecho la sociedad, la ciencia y nuestras ideas de qué y cómo se debe transmitir y de cómo puede comprenderlo, aprenderlo e interiorizarlo el alumno.

Algunos de los modelos mas utilizados son los siguientes:

- Modelos a Escala: Son similitudes de objetos materiales, sistemas o procesos, reales o imaginarios que conservan las proporciones relativas. Al hacer un modelo a escala la idea es que se parezca al original y que reproduzca algunas de sus características y que se conserven las proporciones relativas entre las magnitudes pertinentes. Ejemplos típicos de estos modelos son: Maquetas en arquitectura, coches prototipo en ingeniería industrial, órganos anatómicos en medicina, el avión expuesto en el escaparate de una agencia de viajes. Están contruidos por lo general, con una finalidad. Como tal, son representaciones fieles de esos aspectos del original relacionados con el uso pretendido.
- Modelos Semejantes: Representan algunos objetos materiales, sistemas o diseño de procesos que reproducen tan fielmente como sea posible la estructura o trama de relaciones con el original. Además manifiesta punto por punto la correspondencia entre las características y las relaciones de estas con el original. Ejemplo: resorte oscilando-onda transversal.
- Modelos matemáticos: Pueden ser resumidos o representados por una ecuación matemática. El modelo matemático explica el tipo de función que se ajusta, aproximadamente, a los datos conocidos del fenómeno o campo de aplicación. Tiene las ventajas que concede la introducción del análisis matemático a las investigaciones empíricas de un tópico determinado, como por ejemplo la precisión en la formulación de las relaciones que existen entre las variables y la facilidad con que se efectúan las inferencias a través del calculo matemático. Sin embargo, las drásticas simplificaciones que se requieren para que pueda llevarse a cabo con éxito el análisis matemático involucran un grave riesgo de confundir la exactitud de las matemáticas con la fuerza de la verificación empírica.
- Modelos arquetipo: Se trata de un repertorio sistemático de ideas, de significados, por medio del cual un pensador dado describe por semejanza, algún dominio al que estas ideas no tienen explicación inmediata y literal. Dentro de este tipo podemos encontrar las metáforas. Un ejemplo de este modelo se tiene en el intento de representar las relaciones dinámicas entre los hechos psicológicos por medio de construcciones interpretativas matemáticas. Emplea un vocabulario vernáculo de la física, con palabras como campo, vector, espacio de fases, tensión, fuerza, limites, fluidez, como indicio de un voluminoso arquetipo que espera ser reconstruido por algún critico paciente. Un arquetipo es bueno cuando es útil como instrumento especulativo. Es decir, se presta a realizar todo género de

investigaciones empíricas interesantes. Ahora bien, si un arquetipo es suficientemente fructífero, podemos esperar que los lógicos y los matemáticos acabaran por reducir a cuantitativo lo cosechado con el.

- Formulas químicas: Las formulas químicas y las ecuaciones pueden representar la estequiometría de la reacción, cambios termodinámicos, cambios de electrones, mecanismos de reacción y estados de equilibrio.
- Mapas y diagramas
- Modelos analógicos o analogías.

Dentro de esta resumida clasificación, nos centramos en el uso de los modelos analógicos o analogías como instrumento didáctico. La analogía es uno de los puentes más eficaces entre lo cotidiano y los modelos científicos.

Es frecuente observar que existe cierta confusión a la hora de emplear los términos “analogía” y “ejemplo”. Esta confusión es aun mayor entre “analogía”, “símil” y “metáfora” probablemente porque son términos que implican una comparación entre dos situaciones.

Aunque el ejemplo no es una analogía, es frecuente observar confusión a la hora de establecer la diferencia entre ambos. Los dos se usan en el proceso de enseñanza-aprendizaje para acercar lo cotidiano a lo que es desconocido o poco familiar. Sin embargo, los ejemplos y las analogías pueden quedar diferenciados si se tiene en cuenta lo siguiente: un ejemplo es un caso de constatación o ilustración de un fenómeno o situación que no lleva implícito el proceso de comparación entre dos situaciones, es decir, no es una comparación entre características semejantes de dos fenómenos o situaciones. Las analogías comparan parte de la estructura del análogo con parte de la estructura del tópico, mientras que los ejemplos ilustran desde situaciones cotidianas características de los conceptos que se enseñan.

El símil es definido como una figura del lenguaje que envuelve una comparación explícita entre dos entidades distintas. En el símil se establecen más comparaciones entre atributos y menos comparaciones entre nexos que las que existen, normalmente, en una analogía. No se trata de una comparación de apariencia ya que en el símil también se transfieren nexos, a pesar de la poca semejanza estructural que existe entre el análogo y el tópico. Este hecho permite definir el símil como una analogía precaria.

La metáfora es una figura de la lengua que implica comparación implícita entre dos entidades diferentes. No es, por tanto, una comparación en toda regla, sino una comparación insinuada. Además, las metáforas contienen una comparación figurada, es decir, una comparación aplicada en sentido distinto al que corresponde. Esto último constituye la esencia, el secreto y el misterio de la metáfora: ocultar los motivos de la comparación creando tensión y sorpresa, porque es una figura cuya interpretación va a depender del grado de conocimiento y capacidad de abstracción del lector. Solo pretende incitar el proceso mental libre del que la percibe. La metáfora, por lo tanto, siempre tiene algún aspecto de sorpresa. Esta sorpresa o aspecto anómalo de las metáforas es lo que las hace significativas en el proceso de aprendizaje y las convierte en herramientas valiosas en el cambio conceptual. La analogía compara explícitamente las estructuras del análogo y del tópico indicándonos los nexos semejantes entre ambos. En la metáfora se compara implícitamente, y es por tanto interpretable por cada individuo, resaltando las diferencias para incitar a la mente a buscar las similitudes. Las metáforas son símiles reducidos.

Tanto en las situaciones comunes como en contextos científicos, las experiencias previas son la base del nuevo aprendizaje y del pensamiento. Siempre que una persona experimenta algo nuevo intenta retroceder para hacer uso de similitudes en percepciones que puedan compararse, a través de relaciones funcionales o estructurales, entre dominios conocidos y desconocidos. Lo fundamental para la función cognitiva de una analogía es la asunción de que estructuras relevantes de un análogo bien conocido son extraídas y aplicadas para la comprensión de un tópico (Fernández y col. 2001).

En la analogía, el análogo debe estar lo más cerca posible de lo cotidiano y el objetivo del aprendizaje, el tópico, acercarse al modelo científico. De esta forma, el alumno tendrá una comprensión suficiente del análogo, necesaria para establecer correctamente las relaciones con el tópico.

Según los planteamientos de González (2002) *“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. Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario.*

La presentación de las analogías se suele hacer según tres formas: analogías pictóricas, analogías verbales y la combinación de ambas, analogías pictórico-verbales.

Las *analogías pictóricas* pueden mostrar objetos reales pero representan situaciones (el análogo) que son diferentes al conocimiento que se describe en el tópico, aunque se corresponde con éste por una serie de semejanzas y relaciones (la trama de relaciones) que vinculan imagen a ideas del texto, de forma que se facilita el aprendizaje y la comprensión del conocimiento.

La analogía pictórica probablemente más conocida es la del sistema solar para explicar el modelo atómico de Rutherford y de Bohr.

Las analogías pictóricas tienen la finalidad de ayudar a los estudiantes a visualizar los conceptos o estructuras que se enseñan para que puedan comprenderse. Se fundamentan en la extracción e inferencia de información relevante desde una situación bien conocida, situación a la que alude la analogía pictórica.

Obviamente, no todas las imágenes que figuran en los libros de texto o que utilizan los profesores en el aula forman parte de una analogía. Es muy importante, por tanto, saber clasificarlas y distinguirlas. Las imágenes usadas comúnmente como ilustraciones en los textos educativos pueden clasificarse de la siguiente manera:

Las imágenes representacionales o realistas, que tienen un parecido físico, en mayor o menor grado, a las cosas o conceptos que representan. Dicho parecido depende de la cantidad de detalles reales que la imagen representacional tiene con su objeto de referencia. Juegan un papel importante en los textos de primaria y secundaria ya que retratan el contenido de los conceptos o fenómenos que se explicitan en el texto. Los conceptos abstractos no se pueden retratar directamente, pero sí mediante objetos relacionados con ellos; este es el caso de la imagen de un reloj para expresar el concepto de tiempo. Los textos de niveles superiores van dirigidos a alumnos que presentan un nivel de comprensión mayor y pueden, por lo tanto, prestar menor atención a este tipo de imágenes.

Las imágenes lógicas o arbitrarias son representaciones más simples de fenómenos y procesos complejos. Son, por tanto, modelos. No muestran semejanza con las cosas que representan, pero están relacionadas con sus referentes. Comprenden diagramas, gráficos, mapas, organigramas. Se pueden encontrar en la mayoría de los libros de texto de secundaria y en los libros científicos; permiten la explicación de estructuras complejas y relacionan de manera más fácil y económica que las palabras únicamente. A menudo los textos tienen solamente una función suplementaria a las imágenes lógicas que los acompañan y pueden llevar éstas la mayor parte de la información que necesita ser transmitida.

Las imágenes antropomórficas son imágenes que se pueden encontrar en algunos libros de texto en los que se representan conceptos abstractos con forma humana.

Las analogías pictóricas se parecen a las imágenes representacionales porque pueden mostrar objetos reales, pero se refieren a otras cosas que el contenido para el que aparecen en el texto o en una explicación del profesor. Es decir, aunque se utilizan para explicar un determinado concepto o tópico, hacen referencia a un tema que en principio no guarda relación con el.

Las analogías verbales suelen presentarse como una descripción escrita en la que, tras comentar el análogo, se establece la trama de relaciones que tienen con el tópico que se pretende enseñar, dejando al alumno la tarea de imaginar lo que se describe.

En las analogías pictórico-verbales, texto e imagen se apoyan mutuamente en la descripción para llevar al alumno a establecer las relaciones entre análogo y tópico y de esta forma transferir conocimiento entre ambos.

Thiele y Treagust (1995) arguyen que el proceso de visualización en el aprendizaje es muy importante, ya que ayuda a la comprensión de tópicos abstractos. Las analogías provocan un proceso de visualización, sobre todo cuando éstas son pictóricas o pictórico-verbales. En este caso la visualización la aporta una imagen, en forma de dibujo o fotografía. Las analogías verbales requieren que sea el alumno el que aporte su propia visualización.

En muchos estudios hechos con análogos verbales, se ha demostrado que el mayor obstáculo en la transferencia analógica está en el acceso espontáneo a un análogo potencialmente útil. Un factor que facilita el acceso al análogo es el grado de similitud superficial entre el análogo y el tópico.

Metodología. Diseño experimental

Dado que uno de los modelos o representaciones más destacadas en la enseñanza de las Ciencias son las analogías presentes tanto en libros, trabajos de investigación y las utilizadas en el aula, se ha pretendido detectar su presencia en los libros de texto, en las disciplinas de Ciencias Experimentales, Física, Química, Biología y Geología.

En el campo de las Ciencias Experimentales se conocen trabajos que han encontrado numerosas analogías en los libros de texto (Duit, 1991; Thiele y Treagust, 1994, 1995; De Dios y col. 1997; González, 2002)

Se han asignado a las analogías que figuran en los libros de texto tres formatos: formato pictórico (P), formato verbal (V) y formato pictórico-verbal (PV), revisándose un total de 84 libros de texto de siete editoriales españolas, en los niveles situados entre 1º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y 2º de Bachillerato, es decir, los niveles correspondientes a alumnos entre los 12 y los 18 años. En el estudio se han censado un total de 399 analogías.

Resultados y Discusión

Como hemos señalado anteriormente, las investigaciones en didáctica señalan que la comprensión de los libros de texto aumenta con las ilustraciones, ya que éstas ayudan a los estudiantes a focalizar la atención y a construir conexiones. Cuando las analogías se presentan en formato pictórico o, preferentemente en formato pictórico-verbal, ayudan más al aprendizaje. En muchas analogías el formato verbal puede ser suficiente para visualizar el tópico; sin embargo, en el proceso enseñanza-aprendizaje con alumnos menos habilidosos, o de cursos inferiores, son preferibles las analogías pictórico-verbales (Mayer, 1989).

Más de la mitad de las analogías (56.0%) que dan contenido a la presente investigación figuran en el texto en un formato verbal. Sólo un 35.8% de las analogías se presentan en un formato pictórico verbal. Este hecho pone de manifiesto la poca importancia que los autores y editores conceden a las imágenes analógicas de sus libros de texto.

Si examinamos la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en la ESO por un lado y en Bachillerato por otro, obtenemos los valores que revelan que el 60.3% de las analogías de formato pictórico-verbal y el 72.6% de las analogías de formato pictórico se encuentran en los textos de E.S.O.

Existe, por tanto, predisposición de los autores y editores de libros de texto a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos mediante su visualización.

En estos datos se puede observar que se localiza la mayor cantidad de analogías de formato pictórico-verbal de la E.S.O. en el segundo ciclo, mientras que las analogías de formato pictórico se encuentran mayoritariamente en la Ciencias de la Naturaleza del primer ciclo de la E.S.O.

Los autores y editores han utilizado en los textos de Física y Química, una mayor proporción de tratamiento analógico en formatos pictóricos y pictórico-verbales que en los textos de Biología y Geología. Se puede observar que los textos de Biología de 2º de Bachillerato son los que han tenido menor tratamiento analógico en formato pictórico-verbal.

En la mayor parte de las editoriales se puede observar el dominio de las analogías verbales sobre los demás formatos, en contra de lo aconsejado por las investigaciones didácticas.

Conclusiones en forma de recomendaciones

Contextualizar la Ciencia exige establecer nexos entre el entorno próximo del alumno y el conocimiento científico, tarea difícil cuando se está trabajando con términos abstractos y modelos científicos que los alumnos perciben como muy alejados de su realidad. La utilización de modelos analógicos como instrumento para llevar a la práctica la aproximación de Ciencia y entorno del alumno conlleva un aprendizaje de su utilización tanto para el alumnado como para el profesorado.

El estudio de la utilización de los modelos analógicos en los libros de texto de Educación Secundaria y Bachillerato de las principales editoriales españolas sugiere las siguientes conclusiones:

- Referidas a la conveniencia del uso de modelos analógicos para el aprendizaje:
 - Dado que las Ciencias son un campo de modelos, es posible que su aprendizaje sea tanto más significativo cuanto mayor sea la capacidad de modelización en un contexto cercano por parte del alumno. Esta capacitación es, pues, una fase importante de la enseñanza.
 - El aprendizaje de ideas abstractas y modelos científicos mejora con la utilización de representaciones alternativas como las analogías, que facilitan la visualización del concepto cuando se necesita pensar en términos abstractos.
 - Las analogías ayudan a los estudiantes menos hábiles con mucha mayor intensidad que a los estudiantes expertos. La comprensión de textos expositivos aumentada con ilustraciones ayudan a los estudiantes a focalizar la atención y a construir conexiones.
- En lo referente a cómo es conveniente que los profesores utilicen las analogías:
 - Hasta que los alumnos se familiaricen con esta herramienta, antes de usar una analogía se debe incluir una explicación de lo que es y de la finalidad que se persigue con su uso. Basta con un simple esquema que les ayude a comprender su aprendizaje con analogías.
 - Se debe desarrollar la analogía siguiendo las recomendaciones metodológicas para tal fin, evitando la improvisación.
 - Los profesores deben destacar la presencia de las analogías en los textos y en las explicaciones de aula, para facilitar el aprendizaje de los alumnos.
 - Los profesores deben ser conscientes de que los autores de libros de texto están presionados con el tamaño de los mismos, para que éste sea mínimo. Se deben estudiar con cuidado las analogías de los textos con los alumnos, completándolas cuando sea necesario.
 - Existe un número considerable de analogías que se presentan en los textos sin especificar las correspondencias entre los distintos elementos del análogo y del tópico. Los profesores deben ayudar a los alumnos especificando dichas correspondencias e identificando sus limitaciones.
- Respecto a las características que deben tener las analogías:
 - Se debe revisar el significado de las características del análogo para refrescar la memoria de los alumnos o para mejorar su conocimiento del mismo, vía discusión en clase.

- Las relaciones del análogo con el tópico deberían ser conocidas o construidas con facilidad. Los alumnos deberían conocer las correspondencias factibles entre el análogo y el tópico.
- El análogo debe hacer referencia a una situación ordinaria y familiar para los alumnos (*accesible*).
- La analogía debe permitir introducir una idea nueva *concreta* a través de una imagen.
- La analogía debe permitir introducir un mecanismo *explicativo*, visualizable, de un proceso, fenómeno o concepto.
- La analogía debe presentarse *simplificada y depurada*.
- El análogo debe presentar un gran parecido en su *estructura* con el tópico.

Mejorar el cuidado de estos aspectos, cuando contextualizamos la Ciencia mediante analogías, redundaría en una notable mejora en el aprendizaje de nuestros alumnos si les enfrentamos a conceptos abstractos o modelos científicos que, por su novedad, lejanía y complejidad, les resultan de difícil asimilación.

Bibliografía

Coll, R.; France, B. Y Taylor, I. (2005): "The role of models/and analogies in science education: implications from research". *International Journal of Science Education*, Vol. 27, nº 2, 183-198.

Davies, B. (1978). Mathematical Models: Wich one and when. *Journal of Research in Science Teaching*, vol 13, nº 5, 282-286.

De Dios Jiménez, J., Hoces, P. y Perales, F. (1997). "Análisis de los modelos y grafismos utilizados en los libros de texto". *Alambique*, nº 11, pp. 75-85.

Duit, R. (1991). "On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science". *Science Education*, Vol 75, nº 6, pp. 649-672

Donnelly, C, McDaniel, M. (1993) Use of analogy in Learning Scientific Concepts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, vol 19, nº 4, 975-987.

Evans, R, Evans, E. (1989). Cognitive Mechanisms in Learning from Metaphors. *Journal of Experimental Education*, vol 58, nº 1, 5-19.

Fernández, J., Portela, L., González, B. M. y Elortegui, N. (2001). "Las analogías en el aprendizaje de la física en secundaria". *Actas I Congreso Nacional de Didácticas Específicas*. Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI, Volumen II. Granada, pp.1901-1913.

Gentner, D. (1983). Structure-mapping: a Theoretical reasoning. Similarity and Analogical reasoning, S Vosniadou & A. Ortony Eds, Cambridge University Press, London, 199-241-

Gentner, D., Brem, S., Ferguson, R., Marckman, A., Levidow, B. (1997). Analogical reasoning and conceptual change: a case study of Yohannes Kepler. *Journal of the Learning Sciences*, vol 6, nº 1, 3-40.

Gentner, D., Toupin, C. (1986) Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, nº 10, 277-300.

Gick, M., Holyoak, K. (1983). Schema induction in analogical transfer. *Cognitive Psychology*, nº 15, 1-38.

Gilbert, S. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, vol 28, nº 1, 73-79.

González, B. M. (2002). "Las Analogías en el proceso Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza". *Tesis Doctoral*. Dpto. Didácticas Específicas. Universidad de La Laguna. I.S.B.N. 84-699-9636-3

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.

Perales, F. y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Editorial Marfil, S.A., Alcoy.

Thiele, 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. y Treagust, D. (1995). "Analogies in chemistry textbooks". *International Journal of Science Education*, Vol. 17, nº 6, pp. 783-795.

Zook, K y Di Vesta, F. (1991). Instructional Analogies and Conceptual Misrepresentations. *Journal of Educational Psychology*, vol 83, nº 2, 246-252.

Consideraciones para el debate

- ¿En la educación del profesorado se utilizan en profundidad las analogías como herramienta didáctica?
- ¿Se utilizan las analogías como factor de motivación y como generador de expectativas de hábito en la formación del profesor?
- ¿Pueden convertirse las analogías en un punto generador de la interacción entre iguales y en el contraste de pareceres como estrategia especialmente útil para el aprendizaje?
- ¿La profundización en el uso de analogías puede inducir el intercambio de experiencias entre el profesorado?