

Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias. Ejemplos en biología del desarrollo

ANTONIO E. FELIPE
SILVIA C. GALLARRETA
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina

GRACIELA MERINO
Universidad Nacional de La Plata, Argentina

Introducción

Uno de los contenidos que debe abordar la enseñanza, en ciencias naturales, es el de la continuidad de los organismos, que se materializa en los procesos reproductivos. Estos abarcan un conjunto de fenómenos que tienden a permitir, para cada especie, su supervivencia y perpetuación. La complejidad de los organismos comienza a generarse durante el desarrollo embrionario cuando, a partir de una única célula, la cigota, se construye un individuo compuesto por millones de células que interactúan. Este campo de las ciencias es estudiado por la biología del desarrollo, la cual involucra problemas centrales de las ciencias naturales contemporáneas. En los últimos años, los avances en la biología molecular y del desarrollo, impactaron en muchos ámbitos generando amplios debates, por ejemplo en torno a la clonación, la manipulación de embriones, la fecundación in vitro, el uso de células madre y otros. Estos temas requieren que se trabaje en las aulas con contenidos básicos de biología del desarrollo, a fin de brindar a los estudiantes la posibilidad de comprender los procesos que ocurren en la embriogénesis y la potencial incidencia de la tecnología sobre ellos. Tal comprensión les permitirá contar con información y fundamentos científicos para participar en las discusiones bioéticas contemporáneas (Felipe y cols., 2004). Una de las estrategias que pueden emplearse para enseñar los contenidos asociados a la biología del desarrollo es el trabajo con analogías.

Las analogías, las metáforas y los modelos concretos se encuentran entre las herramientas más utilizadas en la enseñanza (Asoko y deBoo, 2001). Con frecuencia, tanto los docentes como los autores de libros de texto utilizan analogías para explicar contenidos científicos y facilitar el proceso de aprendizaje de nuevos conceptos de una manera comprensible para los alumnos. Una analogía guía a los alumnos en la construcción de un modelo mental inicial del concepto a aprender basado en algo familiar. Ese modelo servirá para efectuar la transposición del nuevo conocimiento (Tim, 2004).

Durante las clases, especialmente como respuesta a las preguntas de los alumnos, los docentes suelen iniciar muchas de sus frases con expresiones coloquiales tales como: "Esto se parece a...", "Es lo mismo que...", "No es diferente a...", "Como si fuera...". En los libros de texto, los autores utilizan expresiones más formales tales como "Lo mismo que...", "En modo semejante a...", "De una manera semejante a...", "Se

asemeja con...", "En comparación con..." y "A diferencia de...". Todas esas expresiones son maneras de introducir una analogía (Glynn y cols., 1998). La crítica efectuada a estas expresiones por Glynn y cols. (1998) es que se emplean de manera asistemática, no estando acompañadas por la forma en que se debe interpretar una analogía. En consecuencia, las distinciones entre el concepto blanco, el concepto análogo, los ejemplos del concepto y las características del mismo se confunden en la mente de los alumnos. Una sugerencia sería dejar de utilizar las analogías, pero esto es, en la práctica, una propuesta imposible, ya que una de las formas del pensamiento humano es la analógica. La mejor solución es incorporar, en la actividad docente y en los textos, estrategias sistemáticas para el uso de las analogías, así su eficacia como herramienta didáctica quedaría condicionada a la adecuación de las analogías seleccionadas y a su correcta forma de utilización (Sunal, 2004).

Los objetivos de este trabajo son presentar algunas de las estrategias de enseñanza basadas en el uso de analogías y ejemplificar las mismas con analogías utilizadas en la enseñanza de la biología del desarrollo.

El concepto de analogía

Las analogías son representaciones utilizadas por cualquier persona con el objetivo de comprender una información nueva y, por lo general, se constituyen en una manera de establecer o hacer corresponder los elementos de una nueva idea con los elementos de otra que se encuentra almacenada en la memoria (Lawson, 1993). En términos generales, una analogía puede definirse como la comparación entre dos dominios, uno más familiar (denominado "fuente" o "análogo") y otro menos conocido (denominado "concepto", "blanco" o "target"), que comparten información de tipo relacional. Así Ruhl (2003) señala que "una analogía es una comparación de una cosa familiar con otra no familiar con el objetivo de interpretar o aclarar una característica compartida". El establecimiento de conexiones entre la analogía y el concepto, constituyen el mapeo o transferencia.

Las analogías actúan como un puente que acorta la distancia entre aquello que el docente quiere que el alumno aprenda y lo que el alumno realmente comprende. Glynn (1991) concibe a las analogías como procesos, al señalar que: "una analogía es un proceso: el proceso de identificar similitudes entre diferentes conceptos" (p. 223). En contextos educativos, las analogías educacionales son un recurso ampliamente utilizado y su valor potencial es reconocido por diversos autores (Duit, 1991; Gentner, 1998; Glynn, 1991; Oliva, 2003; Wong, 1993; Rigas y Valanides 2004).

Modelos de enseñanza con analogías

Existen diferentes propuestas relacionadas con la utilización didáctica de analogías en las clases de ciencias. Una de tales propuestas se denomina "enseñanza con analogías" (*Teaching-with-Analogies Model*) (Glynn, 1991; Glynn y Takahashi, 1998). La misma se elaboró a partir de la investigación del uso de analogías en libros de texto y por docentes en situaciones naturales de clase. Los resultados determinaron seis operaciones que idealmente conducen a una correcta enseñanza (Cuadro 1).

CUADRO 1
Fases o pasos de la enseñanza basada en analogías

FASES O PASOS		CARACTERÍSTICAS	
1	Introducción del concepto o blanco.	Presentación del concepto a trabajar.	Pueden explorarse ideas, iniciar un ciclo de aprendizaje, brindar una explicación, etc.
2	Presentación del análogo.	Recordar o revisar con los alumnos una base conceptual o situación que sirva como referencia analógica.	Se presenta la analogía o el modelo analógico cuya familiaridad para los alumnos puede estimarse mediante la discusión y las preguntas.
3	Identificación de características relevantes del blanco y del análogo.	Explicar la analogía e identificar sus rasgos con una profundidad adecuada.	La adecuación debe ser acorde a su familiaridad para los alumnos y para la edad de los mismos.
4	Mapeo (cartografiado) de similitudes.	Se buscan las semejanzas entre el concepto y el análogo.	El docente y los alumnos identifican las principales características del concepto y establecen su paralelismo con las del análogo.
5	Indicación de dónde se rompe la analogía.	Observar y registrar las concepciones alternativas que los estudiantes pueden desarrollar y reconocer las áreas de no correspondencia.	Se debe disuadir a los alumnos de las conclusiones incorrectas que, con referencia al concepto, podrían elaborarse a partir del análogo (1).
6	Extracción de conclusiones.	Se elaboran las principales características del concepto.	Se articulan los aspectos familiares y no familiares.

(1) Se trata de "disuadir" no de "imponer".

Sunal (2004) considera que hay tres aproximaciones posibles en el paso 1 (introducción del concepto o blanco):

- 1) Cuando la analogía es utilizada como un organizador previo, el concepto se presenta después de la misma.
- 2) Cuando la analogía es utilizada para desarrollar el concepto, éste se enseña con suficiente detalle como para hacer relevante el uso de la analogía.
- 3) Cuando la analogía es utilizada como un elemento para la revisión, el concepto es enseñado con anticipación.

En el paso 2 (presentación del análogo), es donde debe tenerse mayor cuidado con el manejo del vocabulario, ya que los alumnos pueden visualizar a la analogía de manera diferente a como lo hace el docente. Las diferencias en el conocimiento, la cultura y aspectos socioeconómicos entre docente y alumnos pueden conducir a interpretaciones erróneas. Los pasos 3 y 4 citados en el Cuadro 1 pueden trabajarse en conjunto, ya que a veces las características relevantes pueden ser mapeadas simultáneamente (Sunal, 2004). Frigo Ferraz y Terrazzan (2003), destacan la importancia de incorporar una etapa de reflexión entre la presentación del blanco y la del análogo. Esta etapa puede darse durante la explicación de la analogía, considerando las analogías propuestas por los alumnos, con lo cual se les brinda la oportunidad de participar activamente.

Otra de las propuestas para trabajar con analogías es la de Zeitoun (1984). La misma se compone de una secuencia de nueve fases (la primera de ellas opcional): 1) Determinación de las habilidades de los estudiantes; 2) Evaluación del conocimiento previo acerca del tema a trabajar; 3) Análisis del material para el aprendizaje del tema; 4) Juicio sobre lo apropiado de la analogía que se selecciona; 5) Determinación de las características de la analogía; 6) Selección de estrategias de enseñanza y medios de presentación; 7) Presentación de la analogía; 8) Evaluación de los resultados, y 9) Revisión. Cualquiera que sea la estrategia utilizada para el trabajo con analogías, al menos deben considerarse tres puntos básicos: presentar la información relevante, utilizar una analogía y efectuar un resumen conceptual (Cuadro 2).

CUADRO 2
Puntos básicos de la enseñanza con analogías

FASE I: Presentar información relevante	El docente debe efectuar la presentación de la información más importante del tema a estudiar. Esto puede hacerse mediante la exposición y el uso de recursos didácticos variados.
FASE II: Analogía	ALTERNATIVA 1: los alumnos elaboran la analogía que representa al concepto. ALTERNATIVA 2: el docente presenta la analogía. En cualquiera de los casos, los alumnos deben efectuar comparaciones de la o las analogías con el o los conceptos que se estudian (similitudes y diferencias).
FASE III: Resumen conceptual	Los alumnos deben sintetizar las conexiones efectuadas durante la discusión del tema.

Algunos ejemplos de analogías en biología del desarrollo

En el Cuadro 3 se presentan algunos ejemplos sencillos de analogías utilizadas en la enseñanza de contenidos de biología del desarrollo. La categorización utilizada para presentar las analogías en el Cuadro 3, fue elaborada por Frigo Ferraz y Terrazan (2001).

CUADRO 3
Ejemplos sencillos de tipos de analogías en biología del desarrollo
(Clasificación basada en Frigo Ferraz y Terrazzan, 2001)

TIPO DE ANALOGÍAS	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	ENUNCIADO PROBABLE
1) Analogías simples.	Comparación entre una estructura del blanco con otra del análogo.	BLANCO: mórula. ANÁLOGO: pelota o esfera.	"La cigota es como una esfera compuesta por células".
2) Analogías simples referidas a función/es.	Se propone una característica funcional del blanco y luego una funcional del análogo o viceversa.	BLANCO: zona pelúcida. ANÁLOGO: red.	"La zona pelúcida es como una red de fibras que envuelve completamente al embrión, impidiendo que sus células se disgreguen."
3) Analogías simples referidas a la forma.	El blanco y el análogo tienen la misma apariencia física general.	BLANCO: gástrula (embrión trilaminar). ANÁLOGO: "sandwich".	"El embrión de mamíferos en estadio de gástrula es como un "sandwich". El ectodermo y el endodermo serían las fetas de pan y el mesodermo el fiambre..."
4) Analogías simples referidas a función y forma.	Analogías que presentan las características de los dos tipos anteriores.	BLANCO: trofoblasto (blastocisto). ANÁLOGO: pared.	"El trofoblasto limita al blastocisto como si fuera una pared de células, que aísla el contenido del blastocele".
5) Analogías simples referidas a los límites del análogo.	Se presenta el blanco y se indica dónde no hay correspondencia con el análogo.	BLANCO: expansión del blastocisto. ANÁLOGO: globo.	"El blastocisto se expande como resultado del aumento en el número de sus células y del acúmulo de líquido en el blastocele. No es como un globo, que se expande en todas direcciones por igual, sino que se adapta al espacio disponible en el útero."
6) Analogías enriquecidas.	Realizan un mapeado explícito de algún atributo del blanco o su análogo.	BLANCO: segmentación embrionaria. ANÁLOGO: división de una pelota de plastilina.	"El proceso de segmentación embrionaria es como si fueran dividiendo una pelota de plastilina en partes cada vez menores. Pero sólo estamos imaginando lo que ocurre con la forma del embrión. Debemos tener en cuenta que la distribución desigual de componentes citoplasmáticos no se considera".
7) Analogías dobles o triples.	Explican dos o tres conceptos complementarios mediante dos o tres analogías, cada una de ellas correspondiente a un concepto.	BLANCO: protrusión del blastocisto (zona pelúcida, blastocisto). ANÁLOGO: pollito, cáscara, pico.	"El proceso por el cual el blastocisto se libera de la zona pelúcida se asemeja a la salida de un pollito del cacarón. Este rompe con su pico la cáscara..."
8) Analogías múltiples.	Representan el concepto blanco mediante la utilización de varios análogos para el mismo.	BLANCO: notocorda. ANÁLOGO: cordón, "salchicha", tubo.	"La notocorda es como un cordón de células. Si pudiéramos observarlo, tiene la forma de una "salchicha" que sirve de eje corporal al embrión en desarrollo. En algunas especies no es maciza, como la "salchicha", sino hueca, como un tubo de paredes gruesas".
9) Analogías extendidas.	Varios atributos del blanco son explicados y se mapean correspondencias con el análogo. Estas analogías pueden incluir las limitaciones de la relación analógica. Una analogía extendida puede contener más de un análogo.	BLANCO: mórula. ANÁLOGO: esfera, bolillas, red.	"Una mórula es como una esfera cuyo interior está compuesto por numerosas bolillas. Estas son las células o blastómeros. Todo el conjunto se encuentra rodeado por una red de fibras microscópicas que constituyen la zona pelúcida. Las esferas no son todas iguales..."

A continuación, desarrollaremos un ejemplo aplicando las seis operaciones implicadas en la enseñanza basada en analogías. En el ejemplo se utilizan algunas de las analogías presentadas en el Cuadro 3.

CUADRO 4
Ejemplo de aplicación de las fases de la enseñanza basada en analogías

FASE	DESCRIPCIÓN
Introducción de los conceptos blancos	Cuando comienza el proceso de implantación del blastocisto, se observan una serie de cambios que reciben en conjunto el nombre de <i>gastrulación</i> . Se dice entonces que el embrión entra en la etapa de <i>gástrula</i> . En esta etapa, a nivel del embrioblasto, se diferenciarán las tres hojas embrionarias: ectodermo, mesodermo y endodermo. Además, posee una estructura que actúa como eje de simetría: la <i>notocorda</i> .
Presentación de los conceptos análogos	El embrión en estadio de gástrula se asemeja a un "sándwich", el cual tiene, además de la feta de fiambre, una "salchicha" en el medio.
Identificar las características relevantes de blancos y el análogo	Con respecto al BLANCO: Las hojas embrionarias son un conjunto de células en disposición laminar. La notocorda es un conjunto alargado de células. Con respecto al ANÁLOGO: Tanto las fetas de pan como la de fiambre, son aplanadas. La salchicha es alargada, de forma cilíndrica.
Mapear las similitudes	El ectodermo y el endodermo serían las fetas de pan y el mesodermo el fiambre, localizado en el medio. La notocorda es como un cordón de células. Si pudiéramos observarla, tiene la forma de una "salchicha", alargada y cilíndrica.
Señalar las diferencias	Los componentes del sándwich son estructuras inertes, en cambio, el embrión está en continuo crecimiento. La forma del embrión es la de un disco alargado, con una región anterior más ancha que la posterior. Sus bordes o límites se encuentran en continuidad con otras estructuras.
Elaborar conclusiones	La gástrula es una estructura discoide, alargada, compuesta por tres hojas embrionarias superpuestas y un eje de simetría, la notocorda, en posición central, entre el ectodermo y el endodermo.

Durante el desarrollo de cada fase, el docente puede trabajar con representaciones de diferentes tipos, por ejemplo: esquemas bidimensionales o pseudotridimensionales y modelos concretos (maquetas).

Consideraciones finales

El uso de las analogías ha sido señalado como una de las contribuciones para la mejora de la enseñanza de las ciencias (Harrison y Treagust, 1993 y 1994; Senac Figueroa y cols., 2005). Pero también se destaca que su utilización requiere de la exploración adecuada de su valor cognitivo, alcances y limitaciones. En este aspecto, los docentes deben prever las posibles dificultades de sus alumnos y diseñar estrategias para contribuir en su resolución (Glynn y cols., 1998; Senac Figueroa y cols., 2005). Trabajos desarrollados para investigar el uso de analogías por los profesores de ciencias, mostraron que los mismos las emplean en forma espontánea, es decir, haciendo uso de su creatividad y capacidad de improvisación (Frigo Ferraz y Terrazzan, 2001 y 2003).

El empleo extensivo de analogías y modelos en la enseñanza de las ciencias de manera pasiva (sin analizar su papel, naturaleza, limitaciones y fortalezas), conduce al estudiante a la percepción de las analogías como el centro de lo que debe aprender y no como una herramienta para la comprensión. En cuanto a los modelos, pueden ser confundidos con meras descripciones, conduciendo a una comprensión ingenua del papel de los mismos en la ciencia. Esto ha quedado demostrado en las investigaciones sobre las concepciones que los estudiantes tienen sobre los modelos científicos (Grosslight y cols., 1991; Harrison y Treagust, 2000). En el proceso de aprendizaje los modelos han probado ser ayudas para la enseñanza como proveedores de representaciones analógicas (Gilbert y Osborne, 1980). El trabajo con modelos requiere que los estudiantes identifiquen el análogo (el modelo) con el blanco (la "realidad") (Gilbert y Boulter, 1995; Stephens y cols., 1999). Si el estudiante no logra esta conexión, el modelo carece de valor. Cuando los estudiantes utilizan modelos apreciando sus limitaciones, se forman conexiones entre el análogo y el blanco, y cada estudiante construye un modelo mental personal para el concepto.

Oliva y cols. (2001) destacan que todos los modelos mentales elaborados por los alumnos a partir de los modelos científicos empleados en la enseñanza, tienen un componente analógico. De esta forma se producen razonamientos analógicos en los alumnos, al emplear en la enseñanza de la biología del desarrollo modelos tridimensionales (maquetas) de diferentes estadios embrionarios. Oliva y cols. (2001) ejemplifican esas situaciones con referencia al uso de una maqueta para explicar el sistema solar o globos inflados para representar la forma de distintos orbitales.

En general, puede considerarse que una analogía adecuada será aquella que permita establecer relaciones entre los nuevos conceptos con lo que el estudiante ya conoce; las mejores analogías serán las que induzcan a los estudiantes a conectar conceptos relacionados y promuevan la formación de sistemas conceptuales; y una mala analogía será aquella en la que es difícil identificar y mapear las características relevantes compartidas por el análogo y el blanco (Glynn, 1991; Glynn y cols., 1997). Por su parte, Oliva y cols. (2001) señalan que la cuestión a discutir no estaría en la utilidad o no de las analogías, sino en qué analogías es adecuado utilizar y a través de qué tipo de estrategias didácticas.

La posibilidad de emplear la enseñanza basada en analogías reúne una serie de ventajas que responden a una visión constructivista del aprendizaje (Horwitz, 2002). Sin embargo, no existen investigaciones sobre la utilización didáctica de las analogías en biología del desarrollo. Por lo tanto, no se cuenta con información como para determinar con cierto grado de certeza cuánta libertad dar a los estudiantes en la creación de sus propias analogías y bajo qué circunstancias diseñar todo el trabajo en el aula. Lo que sí sabemos es que no basta con transmitir los contenidos sino que resulta necesario trabajar desafiando a los estudiantes para que elaboren sus propias analogías y analicen y discutan las propuestas por el docente y los materiales curriculares. De esta manera se estará contribuyendo a una mejor comprensión de las ciencias y, posiblemente, evitando repeticiones de conceptos fácilmente olvidables.

Bibliografía

- ASOKO, H., y DEBOO, M. (2001): *Analogies and Illustrations: Representing Ideas in Primary Science*. Hatfield, The Association for Science Education.
- DUIT, R. (1991): "On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science", en *Science Education*, 75, pp. 649-672.

- FELIPE, A. E., y ANDÈRE, C. I. (2004): "Biología del desarrollo y bioética en el nivel polimodal", Asociación Argentina de Bioética, <<http://www.aabioetica.org/>> [consulta: marzo 2005].
- FRIGO FERRAZ, D., y TERRAZZAN, E. A. (2001): "O uso de analogias como recurso didático por professores de Biologia no ensino médio", en *Revista ABRAPEC*, 1 (3), pp. 124-135, <<http://www.fc.unesp.br/abrapec/revistas/v1n3a11.pdf>> [consulta: septiembre 2005].
- (2003): "Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação?", en *Ciência & Educação*, 9 (2), pp. 213-227.
- GENTNER, D. (1998): "Analogy", en BECHTEL, W., y GRAHAM, G. (eds.): *A Companion to Cognitive Science*, Oxford, Blackwell, pp. 107-113.
- GILBERT, J. K., y BOULTER, C. (1995): "Stretching Models too Far", ponencia presentada en el National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, 22-66 Abril.
- GILBERT, J. K., y OSBORNE, R. J. (1980): "The use of models in science and science teaching", en *European Journal of Science Education*, 2 (1), pp. 3-13.
- GLYNN, S. M. (1991): "Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Model", en GLYNN, S. M.; YEANY, R. H., y BRITTON, B. K. (eds.): *The psychology of learning science*, Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, pp. 219-240.
- GLYNN, S. M.; LAW, M.; GIBSON, N. M., y HAWKINS, C. H. (1998): "Teaching Science With Analogies: A Resource for Teachers and Textbook Authors", en *University of Georgia*. <http://curry.edschool.virginia.edu/go/clc/nrrc/scin_ir7.html> [consulta: diciembre 2004].
- GLYNN, S.; RUSSELL, A., y NOAH, D. (1997): "Teaching Science Concepts to Children: The Role of Analogies", <<http://www.coe.uga.edu/edpsych/faculty/glynn/twa.html>> [consulta: diciembre 2004].
- GLYNN, S. M., y TAKAHASHI, T. (1998): "Learning from Analogy-Enhanced Science Text", en *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (10), pp. 1129-1149.
- GROSSLIGH, L.; UNGER, C.; JAY, E., y SMITH, C. (1991): "Undertanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts", en *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), pp. 799-822.
- HARRISON, A. G., y TREAGUST, D. F. (1993): "Teaching with Analogies: A Case Study in Grade-10 Optics", en *Journal of Research in Science Teaching*, 30, pp. 1291-1307.
- (1994): "Science Analogies", en *The Science Teacher*, 61, pp. 40-43.
- HARRISON, A., y TREAGUST, D. (2000): "A Typology of School Science Models", en *International Journal of Science Education*, 22 (9), pp. 1011-1026.
- HORWITZ, P. (2002): "Simulations and Visualizations", en *Learning and Education: Building Knowledge, Understanding its Implications*. The Concord Consortium, Arlington, VA, <<http://prospectassoc.com/NSF/simvis.htm>> [consulta: octubre 2003].
- LAWSON, A. E. (1993): "The Importance of Analogy: A Prelude to the Special Issue", en *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), pp. 1213-1214.
- OLIVA, J. M.; ARAGÓN, M. 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", en *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), pp. 453-470.
- OLIVA, J. M. (2003): "Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula", en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero1/Art2.pdf>> [consulta: julio 2005].
- RIGAS, P., y VALANIDES, N. (2004): "Teaching biology with written analogies", University of Cyprus, <<http://www1.phys.uu.nl/esera2003/programme/pdf%5C099S.pdf>> [consulta: julio 2005].
- RUHL, T. S. (2003): "Analogies Coming Out Our Ears!", Altoona Family Physicians Residency of Altoona Hospital Center for Medicine, <http://www.altoonafp.org/special_analogies.htm> [consulta: marzo 2005].
- SENAC FIGUEROA, A. M.; NAGEM, R. L., y MELO DE CARVALHO, E. (2005): "Metodologia de ensino com analogias: um estudo sobre a classificação dos animais", en *Revista Iberoamericana de Educación* 34 (5), 10 de enero, <http://www.campus.oei.org/revista/did_mat26.htm> [consulta: agosto 2005].
- STEPHENS, S.; McROBBIE, C. J., y LUCAS, K. B. (1999): "Model-Based Reasoning in a Year10 Classroom", en *Research in Science Education*, 29 (2), pp. 189-208.

- SUNAL, D. (2004): "Using Metaphors, Models and Analogies in Teaching Science: A Review of the Literature", The University of Alabama, <<http://astlc.ua.edu/ScienceInElem&MiddleSchool/565MetaphorsModels&Analogies.htm>> [consulta: agosto 2005].
- TIM, C. F. (2004): "Use of Analogies to Teach General Biology to Non-Biology Majors", triannual newsletter, marzo, vol. 8 (1), Centre for Development of Teaching and Learning (C.D.T.), <<http://www.cdtl.nus.edu.sg/link/mar2004/tm3.htm>> [consulta: agosto 2005].
- WONG, E. D. (1993): "Self-Generated Analogies as a Tool for Constructing and Evaluating Explanations of Scientific Phenomena", en *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (4), pp. 367- 380.
- ZEITOUN, H. (1984): "Teaching Scientific Analogies: A Proposed Model", en *Research in Science and Technological Education*, 2 (2), pp. 107-125.