

ANALOGÍAS DE USO FRECUENTE EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

M^a Mercedes Medina Pérez. Departamento de Didácticas Especiales. Facultad de Educación. Universidad de La Laguna. mermed@ull.es

José Fernández González. Departamento de Didácticas Especiales. Facultad de Educación. Universidad de La Laguna. jofdez@ull.es

Benigno Martín González González. Centro del Profesorado de La Laguna, Tenerife. benignomartin.gonzalezgonzalez@gobiernodecanarias.org

Carmelo Tejera Rodríguez. IESP Virgen de La Candelaria. Santa Cruz de Tenerife. carmelo.tejerarodriguez@gobiernodecanarias.org

Grupo Blas Cabrera Felipe-GITEP

Introducción

En palabras de Polya (1985) [...] *la analogía impregna todo nuestro pensamiento, nuestro diario y nuestras conclusiones triviales, así como los caminos artísticos de la expresión y los mayores hallazgos científicos* [...].

En el ámbito escolar, las analogías constituyen un recurso didáctico utilizado, ampliamente, por los docentes en la enseñanza de las ciencias. Las analogías se utilizan en la explicación de una situación o concepto nuevo para el alumnado (el *tópico*), mediante la comparación con una situación o concepto ya conocido (el *análogo*). Su finalidad es la de favorecer la comprensión de la situación nueva o desconocida, es decir, el *tópico* objeto de enseñanza. La comprensión se consigue porque la analogía facilita el desarrollo de modelos conceptuales del *tópico* y permite la transferencia de conocimiento, desde el *análogo* al *tópico* (Fernández y cols., 2003).

Propuestas teóricas

En las últimas décadas, distintos investigadores han centrado su interés en el uso de las analogías y en el papel que éstas desempeñan en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias. En este sentido, caben mencionarse los estudios realizados por Curtis y Reigeluth (1984), Vosniadou y Schommer (1987), Duit (1991), Thagard (1992), Glynn (1995), Glynn y cols. (1997), Dagher (1995a, 1995b) así como Thiele, Venville y Treagust (1995), entre otros. A nivel nacional, las analogías también han ido adquiriendo protagonismo en diversas investigaciones. Entre ellas, reseñar los trabajos publicados recientemente por González Labra y cols. (1997), Aragón y cols. (1999), Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001), Oliva y cols., (2001, 2003) y Oliva (2003).

En esta línea - en trabajos anteriores - miembros del grupo GITEP ya han realizado algunas contribuciones (González, 2002). Así, González y cols. (2001) se refieren a las analogías presentes en los textos escolares de Enseñanza Secundaria y Bachillerato de las editoriales de mayor arraigo en nuestro país, aportando datos acerca de la distribución por editorial, año de publicación, cursos, materias y temas. Posteriormente, estos autores abordan el uso de las analogías como modelo y recurso en la enseñanza de las ciencias (Fernández y cols., 2003).

En esta ocasión, focalizamos nuestro interés en las analogías de uso frecuente en la enseñanza de la Biología.

Diseño experimental

En este trabajo, se hace una recopilación de las analogías que se emplean en la enseñanza de esta disciplina. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión, representativa más que exhaustiva, de diferentes contribuciones relativas al uso de determinadas analogías en la enseñanza de las ciencias, en general.

Tomando estas investigaciones como referencia, realizamos un catálogo de las analogías de uso frecuente. En él, identificamos cada analogía con un binomio alusivo al *análogo* y el *tópico*, respectivamente (p.e.: *cámara fotográfica/ojo*), transcribimos cada una de ellas y proponemos una descripción abreviada de las mismas en la que se unifica la terminología (González, 2001), para el desarrollo de una investigación posterior.

Resultados

Se ha catalogado una veintena de analogías que en su gran mayoría están relacionadas con dos grandes núcleos conceptuales: el cuerpo humano y biología celular, por orden de frecuencia. En lo que al cuerpo humano se refiere, son las siguientes: *cámara fotográfica/ojo*, *termostato/glándula*, *cordón de un collar/médula espinal*, *juegos malabares/equilibrio en el transporte sanguíneo*, *extracción de pasta de dientes/movimientos peristálticos*, *licuadora/estómago*, *llave-cerradura/antígeno-anticuerpo*, *guerra/infección*, *bomba hidráulica/corazón*, *circulación sanguínea y circulación de agua en las esponjas/circulación linfática* y *filtro/riñón*.

Las relativas a biología celular las hemos nombrado como: *habitación/célula*, *escala/ADN*, *familia aislada/organismo unicelular*, *elaboración del pan/fotosíntesis y fábrica/célula*.

Otras son: *competencia televisiva/evolución del oso panda*, *lima/dentadura herbívoros* y *batería/semilla*.

A continuación transcribimos las analogías mencionadas:

- *Cámara fotográfica/Ojo* (Glynn, 1995).
El ojo es parecido a una cámara fotográfica. El diafragma regula la cantidad de luz que entra por el objetivo mientras que el iris regula la cantidad de luz que entra por el cristalino. Por lo tanto, la apertura del objetivo es similar al de la pupila. Sin embargo debemos tener en cuenta que el objetivo enfoca acercándose y alejándose, mientras que el cristalino lo hace cambiando de forma. Además la imagen del ojo es tridimensional, mientras que en la cámara es plana.
- *Termostato/Glándula* (Curtis y Reigeluth, 1984).
El feedback en las glándulas funciona parecido al componente básico de un termostato. Cuando el termostato alcanza una temperatura determinada, una señal cambia la dirección del calor. La señal que cambia la dirección en una glándula varía para los diferentes tipos de glándulas.
- *Escala/ADN* (Glynn, Russell y Noah, 1997).
Una molécula de ADN consta de pequeñas unidades que se repiten, unidas en una "escala" larga, trenzada. Los dos lados de la escala contienen unidades de

azúcar y fosfato. Los "escalones" están hechos de pares de sustancias denominadas bases.

- *Habitación/Célula* (Curtis y Reigeluth, 1984).
Cada célula en la piel de cebolla se parece en algunas cosas a una habitación. Tiene un piso y un techo, así como cuatro paredes.
- *Familia aislada/organismo unicelular* (Curtis y Reigeluth, 1984).
Hace 200 años nuestra nación comenzó a expandirse hacia el Oeste, a las Montañas Apaches y a las Llanuras Centrales. Cada unidad familiar se estableció lejos de las otras, así que tuvo que hacer todo por sí misma. Búsqueda de alimentos, de agua, construcción de vivienda, construcción de herramientas, vestidos, fueron tareas de cada familia. Con el tiempo, más y más familias se establecieron en áreas cercanas. Algunas de esas personas eran mejores granjeros que otras.
Algunas tenían habilidades de herrería. Algunas podían hacer y repartir herramientas. Otras tenían habilidades en carpintería. Al ir acercándose las familias se estableció un tipo de intercambio.
Las que tenían habilidades en herrería debían herrar los caballos de los granjeros. El granjero debía proveer al herrero con comida que éste no tenía tiempo de cultivar. El carpintero debía construir una consulta para el doctor. El doctor debía proveer de cuidado médico a la familia del carpintero.
Los organismos unicelulares son similares a las primeras familias que se establecieron.
Cada uno debe realizar todas las funciones vitales por sí mismo. El protoplasma en la célula está organizado en estructuras. Cada estructura tiene una función especial. En cada una de las familias pioneras, cada uno de los chicos tenía tareas que hacer.
- *Fábrica/Célula* (Curtis y Reigeluth, 1984).
La estructura y funciones de nuestras células se pueden comparar a una factoría. Los procesos de manufacturación se pueden comparar con los procesos vitales que se producen en la célula. Los productos finales son los compuestos que forman las numerosas partes de la célula... La oficina central y el departamento de planificación de la célula está en el núcleo. El núcleo es el centro de control de la célula. Controla todo lo que entra en la célula.
- *Elaboración del pan/Fotosíntesis* (Glynn, Russell y Noah, 1997).
La fotosíntesis es parecida a la cocción del pan en un horno.
- *Competencia televisiva/evolución del oso panda* (Thagard, 1992).
En la evolución, como en la televisión, no es necesario ser bueno. Usted sólo tiene que ser mejor que la competencia.
- *Lima/ Dentadura de herbívoros* (Curtis y Reigeluth, 1984).
Los animales que pastan, esos que predominantemente comen hierba, tienen dientes con numerosas sierras pequeñas, de forma parecida a una lima.
- *Cordón de un collar / Médula espinal* (Curtis y Reigeluth, 1984).
El cordón espinal es parecido a un cable largo que se extiende a través de los huecos de las vértebras.

- *Bomba hidráulica / Corazón* (Glynn, Russell y Noah, 1997).
Los lados derecho e izquierdo del corazón funcionan como dos bombas completamente separadas. Una pared interior, denominada septo, separa los dos lados del corazón.
- *Extracción de pasta de dientes/Movimientos peristálticos* (Thiele, Venville y Treagust, 1995).
Detrás de la masa de comida los músculos se contraen. Por ello la comida es aprisionada de forma parecida a como es aprisionada la última pasta de dientes que queda en el tubo. El proceso es llamado peristalsis.
- *Licuada/Estómago* (Vosniadou y Schommer, 1988).
El estómago es parecido a una licuadora.
- *Juegos malabares / Equilibrio en el transporte sanguíneo* (Curtis y Reigeluth, 1984).
Compara nuestro cuerpo y las células y órganos que lo componen con el flujo de un depósito ... Si la cantidad de agua que entra en el depósito es igual a la que lo deja, el nivel del agua no cambiará. Se dice que este sistema está activamente equilibrado, o en equilibrio dinámico. El circo de malabaristas mantiene un balance activo ya que en los malabaristas varios objetos se mantienen en equilibrio dinámico. Los procesos de nuestro cuerpo son regulados para que muchos de dichos equilibrios dinámicos tengan lugar. Uno de esos es el balance de moléculas de glucosa que entran y salen a la corriente sanguínea.
- *Circulación sanguínea y circulación del agua en las esponjas / Circulación linfática* (Halpern, Hansen y Riefer, 1990).
El sistema linfático opera por principios similares a los de la corriente de la sangre a través de las venas.
El sistema linfático opera de manera parecida al movimiento de agua a través de los huecos de una esponja.
- *Filtro / Riñón* (Glynn, Russell y Noah, 1997).
El riñón elimina los desechos y regula la cantidad de agua y sal en el cuerpo. La sangre entra en el riñón y se "limpia" y el material de desecho se elimina por filtración.
- *Llave-cerradura/Antígeno-anticuerpo* (Thiele, Venville y Treagust, 1995).
El anticuerpo tiene zonas apropiadas a la hechura del antígeno. Esto es similar al mecanismo de una llave y una cerradura.
- *Guerra / Infección* (Vosniadou y Schommer, 1988).
Una infección es similar a una guerra.
- *Batería / Semilla* (Dagher, 1992).
Los granos azules son pequeños paquetes de energía almacenada procedente del sol, muy parecido a una batería. Y esos granos brotan y entonces empiezan a crecer y crecer hasta que han madurado, y como se cultivan producen más y más energía.

En las páginas siguientes, exponemos el tratamiento de algunas de ellas, a modo de ejemplo, haciendo uso de la terminología propuesta por González (2002). Por

razones de espacio hemos elegido algunos ejemplos de las dos categorías más frecuentes: a) el cuerpo humano y b) biología celular.

a) Analogías relativas al cuerpo humano:

Extracción de pasta de dientes/Movimientos peristálticos (Thiele, Venville y Treagust, 1995).

▪ Transcripción:

Detrás de la masa de comida los músculos se contraen. Por ello la comida es aprisionada de forma parecida a como es aprisionada la última pasta de dientes que queda en el tubo. El proceso es llamado peristalsis.

▪ Breve descripción:

El movimiento de la pasta de dientes contenida en un tubo (*análogo*) es un hecho familiar al alumnado que puede introducirse para facilitar la comprensión de la peristalsis (*tópico*). Usando esta analogía pueden compararse: el tubo digestivo, los alimentos transformados y los movimientos peristálticos.

Los *componentes del análogo* son: el conducto por donde circula la materia (tubo de dentífrico), la materia contenida en el tubo (pasta de dientes) y la forma de extracción (presionando el tubo).

Los *componentes del tópico* son: el conducto por donde circulan los alimentos ingeridos (tubo digestivo), las sustancias que se mueven en el interior del tubo digestivo (alimentos transformados) y el modo de avance de esas sustancias (mediante movimientos peristálticos).

▪ Redacción propuesta:

Los dentífricos son productos destinados a la higiene bucal que tienen colores y sabores variados. Inicialmente, se presentaban en forma de pasta almacenada en un tubo que sigue siendo, aún en la actualidad, la forma más habitual. Una vez abierto el tubo, es necesario apretarlo para que parte de la pasta - la situada por encima del punto de presión- avance y pueda ser liberada. Esto es similar a lo que sucede con la gran variedad de alimentos que ingerimos. Cuando tragamos, los alimentos inician un largo recorrido, moviéndose de un modo particular. En este caso, el tubo por el que viajan los alimentos es el tubo digestivo y el avance de los mismos se debe a los movimientos peristálticos que producen la contracción de determinados músculos del tubo, impidiendo el retroceso.

Licuadaora/Estómago (Vosniadou y Schommer, 1988).

- Transcripción:

El estómago es parecido a una licuadora.

- Breve descripción:

La utilidad y funcionamiento de una licuadora (*análogo*) es familiar a los estudiantes, pudiendo servir para mejorar la comprensión de la función del estómago en el proceso digestivo (*tópico*). El empleo de esta analogía posibilita la comparación entre: los alimentos que entran al estómago, su funcionamiento y los productos que salen del mismo.

Los componentes del análogo son: los materiales de entrada (generalmente frutas y hortalizas troceadas), el recipiente donde ocurre la transformación (vaso o cuerpo de la licuadora), la transformación que tiene lugar (licuación) y los productos resultantes (zumo y residuos sólidos).

Los componentes del tópico son: los materiales de entrada (alimentos ensalivados y masticados), el órgano en cuestión (el estómago), su función (transformación química) y los productos resultantes (masa semilíquida).

- Redacción propuesta:

La licuadora es un pequeño electrodoméstico que muchos tenemos en nuestras casas y que usamos para hacer zumos. Su manejo es muy sencillo, consta de un recipiente principal en el que se introducen los alimentos troceados de los que, por una parte, se extrae el líquido que recogemos - el zumo que bebemos - y por otra, se retienen los residuos que no han podido ser licuados. Algo parecido ocurre cuando los alimentos que ingerimos llegan al estómago. Se trata de un órgano, parecido a una gaita, en el que los alimentos ya ensalivados y masticados, entran en pequeños trozos. En este caso, estos fragmentos se convierten en una especie de papilla, debido a los movimientos y a la acción de los jugos del estómago (jugos gástricos) que se vierte, lentamente, en el intestino delgado para seguir el proceso digestivo.

b) Analogías relativas a biología celular:

Elaboración del pan/Fotosíntesis (Glynn, Russell y Noah, 1997).

- Transcripción:

La fotosíntesis es parecida a la cocción del pan en un horno.

- Breve descripción:

La fabricación del pan es un proceso conocido por el alumnado (*análogo*) que puede utilizarse para favorecer la comprensión de la fotosíntesis, que es el objeto de enseñanza (*tópico*). Usando esta analogía pueden compararse: la energía requerida, los materiales iniciales y los productos finales.

Los *componentes del análogo* son: los ingredientes (harina, agua, sal y levadura), la energía (horno) y el producto final (el pan).

Los *componentes del tópico* son: las sustancias de partida (dióxido de carbono y agua), la energía (Sol) y los productos finales (hidrato de carbono y oxígeno).

- Redacción propuesta:

El pan es un producto que tiene diferentes formas y que, básicamente, se fabrica utilizando harina, agua, sal y levadura. Con estos ingredientes, se elabora la masa que posteriormente se cuece, gracias a la energía suministrada por el horno. Esto es similar a lo que ocurre en la Naturaleza, en un proceso que también necesita energía: la fotosíntesis. En este caso, la energía procede del Sol y con ella, las plantas elaboran los hidratos de carbono necesarios y oxígeno. Para ello, utilizan el dióxido de carbono y el agua como sustancias de partida.

Habitación/Célula (Curtis y Reigeluth, 1984).

- Transcripción:

Cada célula en la piel de cebolla se parece en algunas cosas a una habitación. Tiene un piso y un techo, así como cuatro paredes.

- Breve descripción:

La habitación de una vivienda (*análogo*) es un espacio muy conocido por el alumnado que puede utilizarse para favorecer la comprensión de la estructura celular que es el objeto de enseñanza (*tópico*). Usando esta analogía pueden compararse: los límites de la célula, su organización interna así como la disposición en tejidos.

Los *componentes del análogo* son: los límites de la habitación (techo, suelo y paredes), el "equipamiento" (muebles) y la disposición en una unidad común (la vivienda).

Los *componentes del tópico* son: los límites de la célula (la membrana plasmática), su organización interna (orgánulos) y la disposición conjunta formando una unidad (tejido).

- Redacción propuesta:

La vivienda es el espacio en el que las personas desarrollamos la vida y presenta diferentes lugares de ubicación, agrupamientos, formas y dimensiones. Suele caracterizarse por estar dividida en un número variable de piezas, las habitaciones, equipadas según el uso que se haga de las mismas y delimitadas por las paredes, el techo y suelo. Esto es parecido a lo que ocurre con los diferentes tejidos que conocemos, están compuestos por unas unidades, las células. Éstas son muy variables en cuanto a forma, tamaño, función, duración y disposición pero, al igual que en el caso anterior, comparten aspectos comunes: forman una unidad que se encuentra delimitada por la membrana plasmática, presentan una organización interna (orgánulos) y están ordenadas en estructuras de mayor complejidad (tejidos).

Síntesis y reflexiones finales

Consideramos que este catálogo constituye un primer paso en la realización de un análisis detallado de la relación analógica, tal como propone González (2002). Este análisis nos permitiría indagar, entre otros asuntos de interés, en:

- la adecuación de la analogía para facilitar el aprendizaje del tópico de enseñanza en el alumnado al que se dirige
- la forma en la que se suele encontrar la analogía y el modo en el que ésta debe presentarse.
- la interpretación de la analogía por los docentes y el alumnado; es decir, ¿cómo la entienden los profesores? y ¿cómo la explican los alumnos?, y
- las estrategias para un uso efectivo de las analogías en la práctica de aula.

Bibliografía

- ARAGÓN, M. M., BONAT, M. y MATEO, J. (1999). Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 22, 109-115.
- CURTIS, R. y REIGELUTH, C. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13 (2), 99-117.
- DAGHER, Z. (1995a). Analysis of analogies used by science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (3), 259-270.
- DAGHER, Z. (1995b). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79 (3), 295-312.
- DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75 (6), 649-672.
- FERNÁNDEZ, J., GONZÁLEZ, B. y MORENO, T. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 35, 82-89.
- GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de *modelo didáctico analógico*. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 231-242.
- GLYNN, S. (1995). Conceptual Bridges. Using analogies to explain scientific concepts. *Science Teacher*, 62 (9), 25-27.
- GLYNN, S., RUSSELL, A. y NOAH, D. (1997). Teaching science concepts to children: the role of analogies. Disponible en <http://www.coe.uga.edu/edpsych/faculty/glynn/twa.html> [Consulta realizada el 23-03-98].
- GONZÁLEZ, B.M. (2002). *Las Analogías en el proceso Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza*. Tesis Doctoral. Dpto. Didácticas Especiales. Universidad de La Laguna. I.S.B.N. 84-699-9636-3
- GONZÁLEZ, B., MORENO, T. y FERNÁNDEZ, J. (2001). Modelos de enseñanza con analogías. En: MARTÍN SÁNCHEZ, M. y MORCILLO ORTEGA, J.G. (eds.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*: 161-169. Madrid. Nivola.
- GONZÁLEZ LABRA, M.J., CEACERO, J. y ARNAU, M.A. (1997). *Aprendizaje por analogía*. Trotta. Valladolid.
- OLIVA, J.M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2 (1). Disponible en <http://www.saum.uvigo.es/reec> [Consulta realizada el 21-02-03].

- OLIVA, J.M., ARAGÓN, M.M., BONAT, M. y MATEO, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 429-444.
- POLYA, G. (1985). *How to solve it*. 2ª ed. Princeton University Press. Princeton, NJ.
- THAGARD, P. (1992). Analogy, explanation and education. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 537-544.
- 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*, 25 (2), 221-230.
- VOSNIADOU, S. y SCHOMMER, M. (1988). Explanatory analogies can help children acquire information from expository text. *Journal of Educational Psychology*, 80 (4), 524-536.