

	<p style="text-align: center;">Revista Electrónica de Didáctica en Educación Superior</p>	<p style="text-align: center;">Nro. I, Abril 2011</p>
<p>http://www.biomilenio.net/RDISUP/portada.htm</p>		<p style="text-align: center;">ISSN: 1853-3159</p>

Una experiencia de integración de contenidos en Biofísica

Jorge Sztrajman
Universidad de Buenos Aires

Introducción

En los últimos años se ha desarrollado un interés creciente en el uso de analogías y metáforas en la enseñanza de las ciencias (Linares, 2002) y se ha destacado su importancia en la propia formación de conceptos científicos (Palma, 2004).

En particular, la *metáfora* consiste en un mecanismo de traslación de significados desde un campo semántico fuente (el ámbito conocido) a un campo semántico destino (el ámbito novedoso al que se quiere dar sentido). Es habitual que se reserve el nombre de metáfora para este procedimiento cuando ambos campos, fuente y destino, aparecen juntos en la misma expresión. Un ejemplo del uso de metáforas en la biología es la palabra *célula* (celda pequeña), empleada por Robert Hookes en 1665, para nombrar los compartimientos de los tejidos vivos vistos al microscopio. De esta manera, se valió de la familiaridad con las celdas de un panal, o las de un monasterio, para hacer más accesible la idea de célula vegetal a quienes nunca habían visto una. Así, las metáforas científicas toman un término del lenguaje corriente y le asignan un significado especial en su propio ámbito.

Por otro lado, el concepto de metáfora ha sido destacado como fundamental en el proceso de elaboración de conceptos e, incluso, hay quienes opinan que es el principal mecanismo por el que aprendemos conceptos nuevos (Lakoff y Johnson, 1998). Recientemente, el autor ha empleado las metáforas como un recurso para argumentar en clase de ciencias e indagar las ideas previas (Sztrajman y Rela, 2008). Las analogías desempeñaron un papel importante en el desarrollo de la física (Acevedo Díaz, 2004) y se emplearon desde hace mucho en su enseñanza. Por ejemplo, la analogía entre el flujo de electricidad y el flujo de agua tiene más de cien años (Lodge, 1889). Gracias a que la corriente de líquidos es muy familiar, la corriente de electrones resulta más sencilla de comprender (Greenslade Jr., 2003). Hay evidencia de que el empleo de analogías en la enseñanza es favorable para superar concepciones alternativas (Refik Dilber, 2008). Una buena revisión del uso de las analogías en la enseñanza de las ciencias se puede encontrar en Fernández González y otros. (2005).

La experiencia que relatamos aquí, fue realizada en cursos de Biofísica del CBC, durante el primer cuatrimestre de 2010, con el fin de mejorar la enseñanza de una materia con una gran diversidad temática. Para ello recurrimos a una metáfora que, por un lado, dotara de contenido a las ecuaciones que describen los fenómenos

físicos y, por el otro, permitiera realizar analogías entre temas que aparecen, en principio, como desconectados.

Desarrollo

La metáfora de la cual partimos es la identificación de algunas relaciones funcionales sencillas, que describen leyes físicas, como una lucha o competencia entre dos tendencias antagónicas: una fuerza motora y una resistencia que se opone a ella. El resultado de esta competencia es algún movimiento o flujo:

$$\text{flujo} = \frac{\text{fuerza motora}}{\text{resistencia}}$$

El primer caso que presentamos, en el dominio de la dinámica de la partícula, fue el de la segunda ley de Newton:

$$a = \frac{F}{m}$$

donde a representa la aceleración de un cuerpo, F la fuerza aplicada y m la masa del cuerpo. En este caso, la fuerza motora es la fuerza F (la que promueve la aceleración), mientras que la masa m desempeña el papel de la resistencia (no es favorable a la aceleración, se opone).

En el dominio de la dinámica de fluidos, presentamos el caudal Q de un flujo por un tubo como el resultado de la competencia entre la diferencia de presión Δp (la fuerza motora) y la resistencia hidrodinámica R del tubo:

$$Q = \frac{\Delta p}{R}$$

Esta formulación puede ser trasladada a los fenómenos de transporte. En el caso de la difusión simple de soluto en soluciones, la ley de Fick establece que:

$$\Phi = \frac{kA\Delta C}{L}$$

donde Φ es el flujo, k es la constante difusiva, A el área transversal, L la longitud y C la concentración de soluto. La misma puede ser reformulada como:

$$\Phi = \frac{\Delta C}{R}$$

donde el papel de la resistencia está desempeñado por $R = L/kA$.

Un caso análogo al de la difusión simple es el de la conducción del calor, descrita por la ley de Fourier:

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R}$$

donde el flujo se refiere a la potencia calórica conducida y la concentración es sustituida por la temperatura T. Igual que en el caso difusivo, la resistencia al flujo está dada por $R = L/kA$, donde la constante k es la conductividad térmica del material.

En el caso eléctrico, podemos mencionar el caso estático de la carga de un capacitor, de capacidad C, conectado a una batería que suministra una diferencia de potencial ΔV , en el que la carga eléctrica acumulada resulta:

$$Q = \frac{\Delta V}{1/C}$$

Escrita de esta manera, esta relación vuelve a encuadrarse dentro de la metáfora propuesta. El papel de fuerza motora es cumplido por la diferencia de potencial, mientras que el de resistencia es desempeñado por el recíproco de la capacidad, lo que podría denominarse "incapacidad" (Sztrajman et al., 2005).

De manera semejante, el flujo de la corriente eléctrica a través de conductores, está descrito por la ley de Ohm:

$$I = \frac{\Delta V}{R}$$

donde el flujo está representado por la intensidad de corriente eléctrica I, la fuerza motora por la diferencia de potencial ΔV y la resistencia es la resistencia eléctrica del conductor.

Resultados

En general, las opiniones de los alumnos fueron favorables a la metodología utilizada. Con posterioridad a los exámenes parciales realizamos entrevistas con estudiantes a fin de conocer sus opiniones. Transcribimos algunas de ellas:

P: ¿Considerás que el concepto de resistencia te fue útil durante la cursada?

R1: Sí, me hizo ver que hay varios temas que tienen mucho en común. Al principio esos temas me parecían separados.

R2: Al principio no mucho, pero cuando empecé a entender la idea sí. Aunque no aprobé creo que es un buen método.

R3: Me sirvió porque me hizo ver que la idea de resistencia está en todas partes y si la entendés para un tema se te facilitan los otros.

P: ¿Qué inconvenientes le encontrás al uso de analogías?

R1: Hay que entender bien un tema para hacer la analogía con otro, sino te cuesta. De todos modos está bueno, te ayuda a comprender.

R2: Tenés que usarlas con cuidado, si no te podés confundir. Cuando vimos la corriente eléctrica comparándola con los fluidos, yo creía que cuando se rompía un cable la electricidad se derramaba. Después me

mostraron que no es así. Hay que usarlas para entender pero a veces hay diferencias.

R3: Me fueron muy útiles, porque en algunos temas, como calor, me costaba imaginar. Los ejemplos de fluidos me sirvieron. Me gustaría que las usen más en otras materias.

A partir de estos resultados, nos proponemos profundizar esta metodología y hacer un estudio detallado de sus efectos sobre los estudiantes.

Conclusiones

En nuestra experiencia, la utilización de metáforas y analogías aparecen como herramientas adecuadas para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, principalmente en contextos en los que existe una gran diversidad temática, y proveen un esquema de integración de conceptos y analogación de contenidos.

Bibliografía

ACEVEDO DÍAZ, J.A. (2004). "El papel de las analogías en la creatividad de los científicos: la teoría del campo electromagnético de Maxwell como caso paradigmático de la historia de las ciencias". *Eureka*, 1(3): 188-205.

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J., GONZÁLEZ GONZÁLEZ, B.M. y MORENO JIMÉNEZ, T. (2005). "Hacia una evolución de la concepción de analogía: aplicación al análisis de libros de texto". *Enseñanza de las Ciencias*, 23: 33-46.

GREENSLADE Jr., T.B. (2003). "The hydraulic analogy for electric current". *Phys. Teach.*, 41: 464-466.

LAKOFF, G. Y JOHNSON, M. (1998) *Metáforas de la vida cotidiana*, 4ta. edición. Madrid, Cátedra.

LINARES, R.M. (2002) *Análisis sobre el uso de las analogías en los cursos del Departamento de Química de la Universidad del Valle*. (Bellaterra: UAB).

LODGE, O. J. (1889) *Modern Views on Electricity I*. New York: McMillan & Co, 54-62.

PALMA, H.A. (2004) *Metáforas en la evolución de las ciencias*. Buenos Aires, Jorge Baudino.

REFIK DILBER, B.D. (2008). "Effectiveness of Analogy on Students' Success and Elimination of Misconceptions". *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 2(3): 174-183.

SZTRAJMAN, J., MEINARDI, E. y RELA, A. (2005). "Uso de magnitudes físicas inversas en la adquisición de conceptos físicos", *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Granada, España.

SZTRAJMAN, J. y RELA, A. (2008). "Retrometáforas como recurso para revisar conceptos físicos". *Memorias del I Encuentro sobre Producción y Trayectoria Pedagógica en la UBA*, Buenos Aires.