

# MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO.

## MARCO TEÓRICO Y EJEMPLOS

ADÚRIZ BRAVO<sup>1</sup>, AGUSTÍN; GARÓFALO<sup>2</sup>, JUDITH; GRECO<sup>3</sup>, MARCELA y GALAGOVSKY<sup>1</sup>, LYDIA

<sup>1</sup> Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA). Pabellón 2, Ciudad Universitaria, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>. Becaria UBACyT-CEFIEC.

<sup>3</sup>. Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias, orientación Biología, Facultad de Humanidades, Universidad de General San Martín (UNSAM), San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

---

**Palabras clave:** Modelos mentales; Representaciones didácticas; Analogías; Modelo didáctico analógico.

### OBJETIVOS DEL TRABAJO

- Brindar contextos de significación precisa a conceptos como “modelos mentales” y “representaciones didácticas”.
- Discriminar tipos de analogías, según criterios epistemológicos y didácticos.
- Ejemplificar casos de uso del Modelo Didáctico Analógico (MDA), que lo distinguen de otros tipos de analogías.

### MARCO TEÓRICO:

#### 1. LOS MODELOS MENTALES

Los *modelos mentales* permiten a los individuos entender fenómenos, hacer inferencias y predicciones, decidir las acciones a tomar y controlar su ejecución. Se trata de modelos de trabajo que incluyen *representaciones proposicionales* e *imágenes*, partes expresables verbalmente y perceptibles del modelo mental, respectivamente (Johnson-Laird 2000).

La comunicación comprensiva entre individuos puede lograrse cuando comparten modelos mentales sobre determinado fenómeno. El flujo del conocimiento desde los expertos hacia los estudiantes (novatos) es una cadena de comunicación:

- Los científicos construyen *modelos mentales expertos* acerca de determinados fenómenos. Los modelos mentales expertos “no se ven”, pues están en las mentes de los científicos, quienes los discuten en publicaciones con pares, definiendo, finalmente *Modelos Científicos*.
- Los docentes simplificamos los modelos científicos y construimos nuestros propios modelos mentales acerca de ellos. Para comunicar a los estudiantes estos *Modelos de Ciencia Escolar*, utilizamos una variada gama de *Representaciones Didácticas*, que involucran complementariamente diferentes lenguajes (verbales, gráficos, visuales, matemáticos, etc.) (Galagovsky y cols., 2003).
- Los estudiantes construyen sus propios *modelos mentales idiosincrásicos* en función de la información que reciben de sus profesores y de los textos. Éstos suelen estar basados en el “sentido común” y ser muy cercanos a la realidad perceptible (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

Esta clasificación de *modelos mentales*, según su procedencia está incluida en la Figura 1.

## 2. LAS REPRESENTACIONES DIDÁCTICAS

En trabajos anteriores hemos discutido que el término *modelo didáctico* es semánticamente ambiguo (Galagovsky y Adúriz Bravo, 2001) y proponemos el de *Representaciones Didácticas*, que incluye, a su vez, diferentes clases de dispositivos de enseñanza, tal como se muestra en la Figura 1.

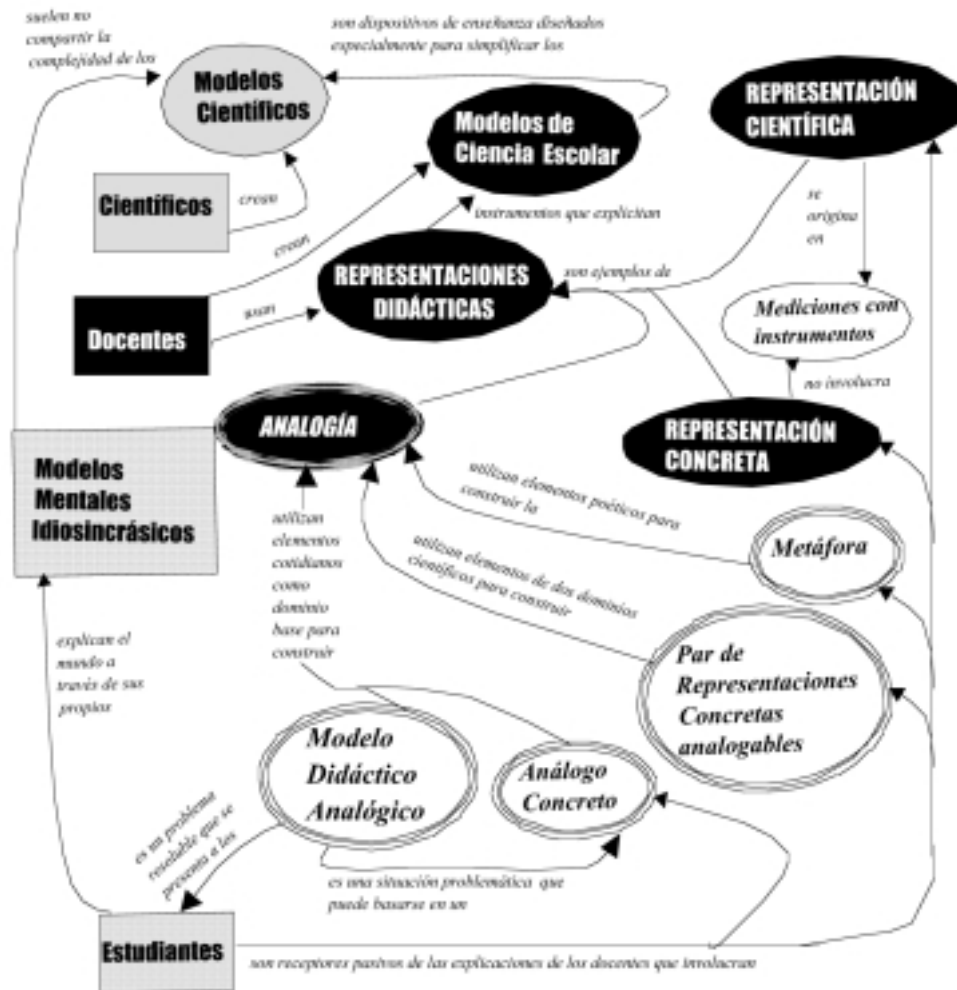


FIGURA 1  
Clasificación conceptual con fines didácticos de Modelos, Representaciones y Analogías.

### 2.1. Representaciones Científicas

Son imágenes visuales –eventualmente procesadas computacionalmente– obtenidas por alguna mediación instrumental. Por ejemplo: una imagen de microscopía, un electrocardiograma, una foto satelital, etc. (ver Figura 2a)

### 2.2 Representaciones Concretas

Son imágenes visuales tales que no provienen de las mediciones de señales detectadas por algún instrumental científico. Por ejemplo, modelos moleculares (ver Figura 2b), un dibujo del sistema solar, etc.

## 2.3 Analogías

Hacer una *analogía* es efectuar una *comparación explícita* entre elementos de un dominio base y otro dominio destino. Determinadas características entre los dominios base y la estrategia didáctica de su utilización en clase, nos permiten diferenciar diferentes tipos de analogías, según se muestra en la Figura 1.

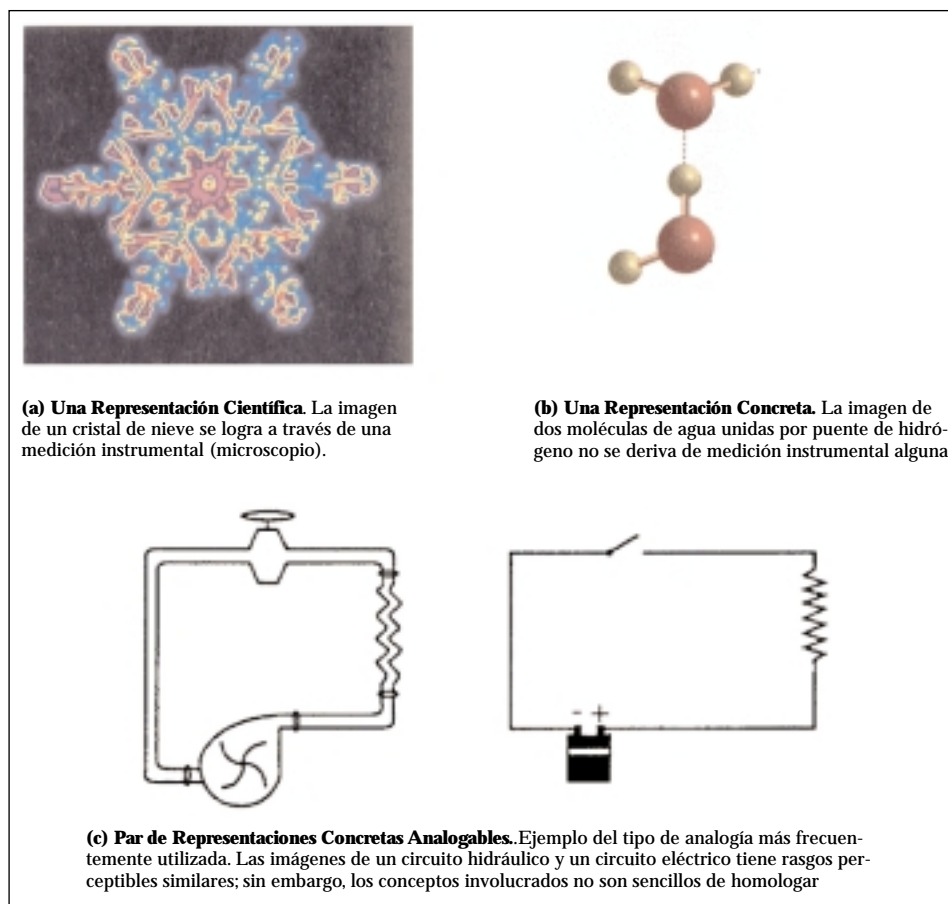
### 2.3.1 Metáforas

Este tipo de analogías supone la utilización de un dominio base *poético*. Por ejemplo, la conocida frase de A. Einstein “Dios no juega a los dados con el Universo” para hacer referencia a la idea de encontrar leyes abarcativas-explicativas de los fenómenos naturales.

### 2.3.2 Pares de Representaciones Concretas Analogables

Se trata de una nueva tipología que rescata la forma didáctica más frecuentemente usada de analogías, que se basa, fundamentalmente, en mostrar la similitud entre pares de imágenes, o gráficos, o esquemas. Por ejemplo, se trata de analogar el ojo humano con una cámara fotográfica sencilla; un circuito eléctrico con un circuito de corriente de agua (ver Figura 2 c); una célula como una fábrica; etc. El fundamento de este uso didáctico es el propuesto por Glynn (2005), denominado TWA (Teaching With Analogies) (Thiele y Treagust, 1994; Else y cols. 2003; Oliva, 2004).

No hay evidencias rotundas sobre la efectividad de estas analogías para el aprendizaje (Else y cols, 2003). Desde nuestra crítica, consideramos que no es absolutamente evidente cuál es el dominio base y cuál el dominio destino de la analogía para un lego.



**FIGURA 2**  
**Diferencias entre Representaciones Didácticas.**

### 2.3.3 Los Análogos Concretos

Un *análogo concreto* es una comparación hecha por el docente, que hace referencia explícita a algún elemento de la vida cotidiana como dominio base de la analogía. Un ejemplo es la conocida analogía verbal del “budín con pasas” como análogo del átomo propuesto por J.J. Thomson, Premio Nobel 1902; o la comparación visual entre una molécula de ADN y una escalera (Glynn, 2005). La diferencia fundamental con 2.3.2 radica en que un análogo concreto tiene evidente intención de elegir elementos cotidianos y conocidos --aún para el lego en ciencias naturales-- como dominio base.

### 2.3.4 El MDA

Constituye una estrategia original de enseñanza que implica la construcción activa, por parte de los estudiantes, de los elementos del dominio base de la analogía (Galagovsky y Adúriz Bravo, 2001, Haim y cols., 2003).

Consta de cuatro momentos:

- **Momento Anecdótico:** La analogía se presenta en forma de juego, o de problema, con consignas que los estudiantes deberán resolver. Cada estudiante, o pequeño grupo, encuentra una forma particular, idiosincrásica de resolver las consignas. En la puesta en común, el rol docente no es señalar respuestas correctas sino garantizar la *comunicación entre los diversos procedimientos abordados por los estudiantes*.
- **Momento de conceptualización sobre la analogía:** Es la búsqueda de consensos sobre cuáles fueron los conceptos fundamentales trabajados en la resolución del problema analógico. Se *negocian significaciones*, se introduce vocabulario preciso, se elabora conjuntamente un listado de elementos de la *información analógica* que, luego, tendrán su correspondencia con la *información científica* destino. Se arma una primera columna de la **tabla de correlación conceptual** (TCC).
- **Momento de correlación conceptual:** Los estudiantes deben procesar la *información científica* encontrándole significado y comprensión por comparación con los significados ya aprendidos para la *información analógica*. Ellos completan la TCC.
- **Momento de metacognición:** Cada estudiante toma conciencia sobre los conceptos conectores que construyó, los conceptos erróneos que descartó y las nuevas relaciones aprendidas. Se discuten los alcances y las limitaciones de la analogía.

## 3. EJEMPLOS DE ANALOGÍAS EN SITUACIÓN DE MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO.

Dos ejemplos de para la enseñanza de temas de Biología han sido presentados simultáneamente en el presente congreso:

- Una “**Fábrica Genérica**” como dominio base para la enseñanza de los Niveles de Organización de los Seres Vivos (Greco y Galagovsky).
- Una “**Fábrica Especial**” para la enseñanza de enfermedades humanas relacionadas con el proceso de Expresión de un Gen (Garófalo y Galagovsky).

A continuación se aborda un MDA para la enseñanza de un tema de Química: **Un juego teórico para la enseñanza de Niveles Vibracionales de Moléculas Orgánicas en el Infrarrojo.**


En la Figura 3 se muestra:

- (a) El esquema y las consignas para el momento anecdótico del MDA.
- (b) Dibujos con posibles resoluciones de las consignas del MDA
- (c) La TCC final, donde la columna de la izquierda surgió como descripción verbal de los movimientos establecidos en 3(b) y la otra columna como sus correlaciones conceptuales.

FIGURA 3

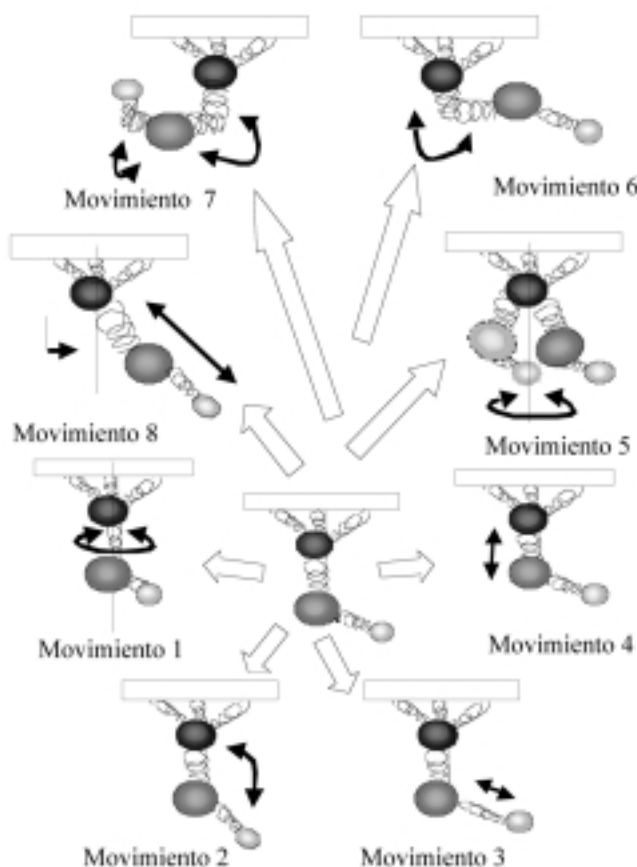
Un juego teórico para la enseñanza de Niveles Vibracionales de Moléculas Orgánicas en el Infrarrojo.

(a) El esquema y las consignas para el momento anecdótico del MDA



**Consignas:** Por favor, encuentre cuántos movimientos diferentes pueden ocurrir en un sistema de resortes y bolas como el de la figura adjunta ( *análogo concreto de Nakanishi (1977)*). Considere movimientos en y fuera del plano. Dibuje cada movimiento, descríbalos con palabras y póngale un nombre. Presente la respuesta en forma de tabla.

(b) Ejemplos de dibujos surgidos a partir de las consignas de la Figura 3(a)



(c) TCC Tabla de Correlación Conceptual

Movimiento (Figura 5(b))	Descripción verbal de los movimientos (en lenguaje coloquial)	Correlación con el conocimiento científico
1	La bola azul rota o se enrosca a lo largo del eje negro-azul. La bola roja sale del plano	Movimiento permitido: C-O-H bending fuera del plano 650-250 $\text{cm}^{-1}$
2	La bola roja se arquea; se abre, se aleja de la pelota negra. El movimiento es en el plano	Movimiento permitido: C-O-H bending en el plano 1500-1200 $\text{cm}^{-1}$
3	Las bolas negra y azul permanecen en la posición inicial, la bola roja se encoje; se aprieta.	Movimiento permitido: O-H stretching 3700-3000 $\text{cm}^{-1}$
4	La bola azul se aprieta y estira a lo largo del eje negro-azul; la bola roja lo acompaña.	Movimiento permitido: C-O stretching 1200-1000 $\text{cm}^{-1}$
5	La bola azul rota alrededor del eje negro-azul. Todas las bolas salen del plano inicial.	Movimiento no permitido
6	El resorte que une las bolas negra y azul, se dobla. La bola azul permanece en el plano.	Movimiento no permitido
7	El resorte que une la bola azul con las otras dos se dobla simultáneamente. Las tres bolas se quedan en el plano.	Movimiento no permitido
8	La bola azul se aleja de la negra y la roja se aleja de la azul. Todas las bolas salen del plano original	Movimiento no permitido

## BIBLIOGRAFÍA

- ADÚRIZ BRAVO, A. and GALAGOVSKY, L. (2004) Some theoretical and practical considerations for the use of analogies in the chemistry class. 18th International Conference on Chemical Education, Istanbul, Turkey, 2-8 de Agosto.
- ELSE, M., CLEMENT, J. and RAMÍREZ, M. (2003) Should different types of analogies be treated differently in instruction? Observations from middle-school life science curriculum. Proceedings of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Philadelphia, EEUU, Marzo 23-26
- 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, Barcelona, ICE. Pág. 231-242.
- GALAGOVSKY, L.R.; RODRÍGUEZ, M.; STAMATI, N.; MORALES, L. (2003) Representaciones Mentales, Lenguajes y Códigos en la Enseñanza de Ciencias Naturales. Un Ejemplo para el Aprendizaje del Concepto Reacción Química a partir del Concepto de Mezcla. Enseñanza de las Ciencias 21(1), 107-121.
- GLYNN, S. (2005) <http://www.coe.uga.edu/edpsych/faculty/glynn/twa.html>
- HAIM L.; CORTÓN E.; KOCMUR S. and GALAGOVSKY L. (2003). Learning stoichiometry with hamburger sandwiches. *Journal of Chemical Education* 80 (9) 1021-1022.
- JOHNSON-LAIRD, P (2000). The current state of mental model theory, en Mental Models in Reasoning. Gacía-Madruga J, Carriedo P, Giaretta P and Mazzocco A (Eds). UNED, Madrid
- NAKANISHI, K. and SOLOMON, P. (1977) *Infrared Absorption Spectroscopy*. Holden-Day INC, San Francisco.
- OLIVA, J. M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 3 (3).
- THIELE, R. and TREAGUST, D. (1995) Analogies in chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 17, 783-795.