

---

## ¿CÓMO USAR ANALOGÍAS EN CLASES DE FÍSICA?

---

*María Rita Otero*

Departamento de Formación Docente, Facultad de Ciencias Exactas  
Universidad Nacional del Centro  
Argentina

### **Resumen**

*El presente trabajo intenta discutir las ventajas y desventajas del uso de analogías en la enseñanza de las Ciencias. Se analiza especialmente la analogía hidráulica para circuitos eléctricos, considerando distintas formas de presentación de la misma.*

*Se sugiere también una secuencia de pasos a seguir para trabajar eficientemente con analogías en las clases de Ciencias.*

### **I. Introducción**

En nuestra tarea cotidiana es frecuente el uso de analogías con propósito de enseñanza, también es común su uso en los libros de texto; en este trabajo se discute la utilización de analogías con fines didácticos, presentando además algunas recomendaciones de carácter práctico, fundamentadas en el análisis de algunos textos, en la observación de clases y en la investigación acerca del empleo de analogías en la Enseñanza de las Ciencias.

Precisemos que entendemos por analogía : “ Una analogía es una comparación no literal entre dominios superficialmente disímiles” (ZOOK, 1991). Dicha comparación se realiza entre las estructuras de dos dominios, denominados análogo y blanco (GLYNN, 1991), y supone la correspondencia estructural o funcional de conceptos diferentes, al menos en apariencia. Es decir, se desprecian las disimilaridades y se enfocan las similitudes estructurales o funcionales de ambos dominios. Lo interesante de su uso tanto en la producción de conocimiento científico como en el terreno didáctico es que es posible inferir de la primera estructura, más familiar (análogo), consecuencias sobre la segunda menos familiar (blanco).

La Física nuclear proporciona ejemplos sumamente fructíferos del uso de modelos analógicos, por ejemplo Bohr fue el primero en imaginar al núcleo atómico como una gota esférica de una sustancia nuclear específica que se asemeja a un

líquido. El núcleo puede considerarse como una gota de un fluido incompresible de elevada densidad (aproximadamente  $10^{14}$  g/cm<sup>3</sup>), idea que utilizada con otras de la Física Clásica, como la repulsión electrostática y la tensión superficial, permitió elaborar una fórmula semiempírica de la energía de enlace.

Hasta aquí esta parece una visión potencialmente muy rica del uso de analogías pues posibilitaría inferir sobre lo desconocido a partir del conocido; en el terreno didáctico el problema se reduciría a encontrar un análogo óptimo para cada uno de los temas de nuestro espectro curricular. Como veremos mas adelante, la tarea no es nada trivial.

Se dejan de lado las analogías que el sujeto realiza por si mismo, y que sin duda alguna afectan el proceso de construcción de significados, porque se trata de asimilar el objeto nuevo, a un esquema preexistente, es decir el objeto no es significativo “per se”, sino que deviene significativo a partir de los instrumentos cognoscitivos del sujeto.

El análisis se enfocará en las analogías empleadas en un contexto de enseñanza-aprendizaje. En este sentido son distinguibles dos usos que plantean al alumno dificultades diferentes:

- Analogías presentadas por el profesor o por los libros de texto, que requieren la comprensión del alumno. - Analogías que el alumno genera a demanda.

La utilidad de las analogías depende de la habilidad que el alumno tenga para establecer relaciones y ajustarlas en procesos cognitivos abstractos, porque se necesita:

\* Descartar las características superficiales disímiles de dos o mas dominios.

\* Centrarse en las estructuras conceptuales comunes.

Todo el proceso analógico requiere de un componente importante de capacidad de abstracción y de habilidades propias del pensamiento formal, al mismo tiempo hace falta una toma de conciencia por parte del estudiante sobre cuáles son los límites y alcances de la analogía presentada.

Parece claro que si no se toman los recaudos adecuados, existen bastantes posibilidades de que el pensamiento analógico derive en la formación de concepciones erróneas o las refuerce. Algunos estudios destinados a abordar este problema (ZOOK, 1991), indican que según la generación de la analogía provenga del profesor o texto, o del alumno, se pueden generar representaciones inadecuadas en el proceso de mapeo y selección, respectivamente.

En el caso de las analogías generadas por el profesor o los libros de texto, el estudiante tiene que determinar por sí mismo qué conceptos del análogo se corresponden con los del blanco, por lo que están minimizados los problemas de haber

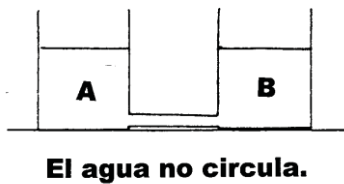
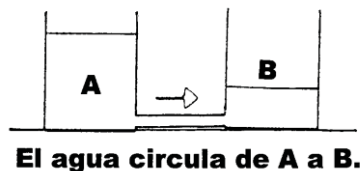
elegido un análogo incorrecto, al menos en principio, ya que esta tarea fue efectuada por el docente o el autor del texto (cuanto mayores sean las instancias de discusión, resultarán menores las posibilidades de generar representaciones incorrectas). Las dificultades se incrementan si el alumno conoce superficialmente la estructura del análogo, aunque este le sea familiar; por otra parte lo que es relevante para un sujeto, en una misma situación, puede no serlo para otro. ¿Puede confiarse en que el alumno despreciará del análogo lo que el profesor o el autor del texto espera que desprecie, y se quedará con los conceptos que deban ser mapeados?.

En el segundo aspecto, los alumnos a quienes se solicite generar una analogía, tendrán problemas en acceder a un dominio familiar de conocimiento que pueda mapearse con el blanco. En esta situación deberán conocer adecuadamente el blanco, con el cual la utilidad de solicitar al estudiante la generación de analogías parece un tanto restringida.

Desde la perspectiva de las dificultades reseñadas, el uso de analogías en contextos de enseñanza aprendizaje, es poco aconsejable con niños pequeños. Esto se apoya en resultados de la investigación provenientes tanto de enfoques piagetianos como de la teoría de la información (ARLIN, 1978, BILLOW, 1975, LUNZER 1965, STENBERG; NIGRO, 1980).

## II. El uso de la analogía hidráulica para corriente eléctrica

### Analogía entre vasos comunicantes y la Pila de Volta



*Fig.1*

Analizamos a continuación algunas de las formas en que suele presentarse la analogía hidráulica para temas de electricidad.

*Para comprender mejor el funcionamiento de la pila voltaica, conviene que la comparemos con la circulación de los líquidos a través de vasos comunicantes. Si disponemos de dos recipientes con agua a distinto nivel y los comunicamos mediante un tubo, veremos que el agua circula desde el recipiente que tiene mayor nivel hacia el que tiene menor nivel, hasta que se igualen los niveles... (Fisicoquímica 3, Jose María Mautino, Ed. Stella).*

Aparentemente se estaría intentando que se establezcan las siguientes correspondencias:

Análogo	Blanco
Desnivel de agua (variable).	Diferencia de potencial entre bornes de la pila (constante).
Pasaje de agua (variable).	Pasaje de cargas (constante).
Igualdad de nivel de agua en los recipientes.	Igualdad de potencial.
Nivel de agua	Potencial eléctrico.

Las desventajas de la analogía establecida son:

–Visualmente, parecería que puede circular corriente en una sola rama de un circuito.

–La pila mantiene una diferencia de potencial constante entre sus bornes, mientras que el desnivel de agua es continuamente variable.

Cabe señalar que ni las diferencias, ni las similitudes son señaladas por el texto. Es bastante evidente que hay una correspondencia estructural débil entre el análogo y el blanco, por lo tanto el proceso de mapeo se realizará incorrectamente. Sería adecuado, como hacen otros textos, emplearla para explicar la distribución de cargas entre conductores que se encuentran a distinto potencial. Debe tenerse en cuenta que cuando el alumno interactúa con el texto, resulta difícil que se establezcan las correspondencias esperadas, aún cuando la selección del análogo sea óptima. En el ejemplo analizado, la incorrecta elección del análogo incrementará notablemente las dificultades naturales del aprendizaje.

## Analogía entre el desplazamiento de agua y la circulación de corriente en un circuito eléctrico

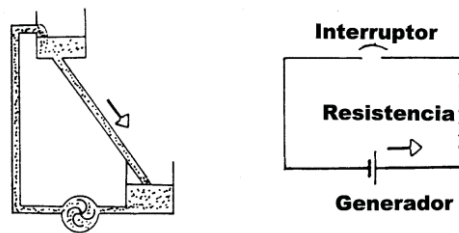


Fig. 2

*Para explicar la circulación de cargas eléctricas debemos recordar lo expuesto al referirnos a la Pila de Volta, cuando comparamos la corriente eléctrica, con el desplazamiento de un líquido a través de vasos comunicantes. En este caso la corriente de agua se desplaza desde el recipiente donde el agua está a mayor nivel, hacia aquel donde tiene menor nivel. Con las cargas eléctricas ocurre lo mismo, es necesario poner en contacto dos cuerpos conductores que tengan distinto potencial, para que se origine una corriente eléctrica (Fisicoquímica 3, José M. Mautino, Ed. Stella).*

La analogía así presentada no conducirá a volver familiar lo no familiar, porque existen diferencias estructurales importantes entre el análogo y el blanco:

– Se acumula agua (análogo de las cargas), en dos partes del circuito.

– Al recordar el ejemplo de la pila y los vasos comunicantes, no se explican los alcances de la palabra “nivel”, el recipiente superior podría tener menos “nivel” que el inferior y el agua fluiría de todos modos, resulta difícil pensar que el alumno pueda percibir por sí solo esta diferencia y no caer en confusiones.

– Obsérvese que de existir una llave en el circuito de agua, al cerrarla, la corriente de agua no cesaría en todo el circuito, sino sólo en el tramo de la rama que la tiene. Si el alumno estableciera esta correspondencia, generaría una concepción errónea.

Como puede observarse, cualquier circuito cerrado no es necesariamente un buen análogo para un circuito eléctrico. Otros textos plantean esquemas como el siguiente:

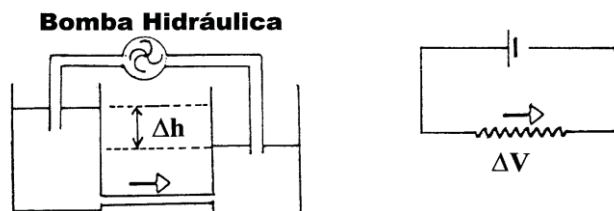


Fig. 3

Análogo	Blanco
La bomba mantiene un desnivel entre los recipientes.	La pila mantiene una diferencia de potencial entre los extremos del conductor.
La bomba realiza un trabajo: $T = p \cdot \Delta h$ (p: peso del agua)	La pila realiza un trabajo: $T = q \cdot \Delta V$ (q: carga eléctrica )

Si bien en este caso, la introducción de la bomba mantiene constante la diferencia de nivel entre los recipientes, se complica el modelo ya que se introducen tres componentes distribuidos que constituyen uno solo en el circuito eléctrico: la pila. Entonces resulta más complejo el análogo “familiar” que el blanco que se busca explicar.

Otro aspecto criticable es homologar los trabajos de la bomba y de la pila, o deducir el segundo a partir del primero, pues se están haciendo escalares (carga), con vectores (peso), sería más útil emplear:

$$T = Vol \cdot \Delta P \qquad T = q \cdot \Delta V$$

Por otra parte los dos últimos ejemplos introducen la complejidad de la energía potencial gravitatoria, que se eliminaría empleando como análogo el circuito que proponemos a continuación:

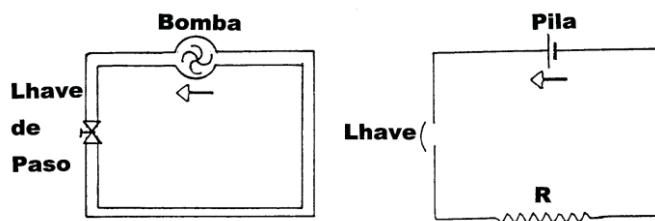


Fig. 4

Entre todas las analogías mostradas, encontramos que esta última es la que presenta la mejor correspondencia estructural entre ambos circuitos y que posibilita inferir a partir del análogo una serie de hechos acerca del blanco, como por ejemplo las propiedades de los circuitos serie y paralelo.

El problema de las representaciones es general para la enseñanza de la Física, tanto cuando se trata de fórmulas o de los símbolos que representan los elementos de un circuito. En consecuencia, debe explorarse el significado que para los alumnos tienen las llaves, resistencias y uniones entre conductores, que en general no es coincidente con el que les atribuimos en física. En un segundo paso deben “negociarse” los significados del profesor y del alumno hasta que estos sean compartidos con la mejor aproximación posible a los que comparte la comunidad científica (OTERO *et. al.*, 1996).

A los efectos de proporcionar al alumno un modelo aplicable a diversos casos, puede ser útil presentar algunas propiedades generales de circuitos cerrados de variables conservadas, por ejemplo en Biología el Sistema Circulatorio Sanguíneo y Circuitos eléctricos; en Física un circuito hidráulico y circuitos eléctricos. Todos ellos comparten las siguientes propiedades:

- 1) Se cumplen leyes de conservación de la masa o de la carga, según el caso.
- 2) Cualquier elemento intercalado en el circuito modifica las intensidades globales de lo que circula.
- 3) El funcionamiento depende de una fuente externa de energía.
- 4) Existe una impedancia mecánica o eléctrica, según el caso.
- 5) Exhiben disipación térmica.

Sin embargo, el uso de analogías supone un trabajo simétrico sobre las diferencias entre los conceptos de uno y otro circuito. Por otra parte se trata de precisar la escala a la que puede tratarse la analogía.

### **III. Recomendaciones para el uso de analogías en clase**

Ha sido bastante investigado el uso de analogías en los libros de texto (GLYNN *et al.*, 1989; CURTIS; REIGELUTH, 1984); los resultados muestran que es común el uso de analogías elementales y más infrecuente el uso de analogías elaboradas. En este caso, pocos autores de textos proporcionan a los alumnos información que les ayude a interpretar la analogía y los prevenga acerca de las posibles correspondencias incorrectas o de los límites del modelo propuesto.

En relación al uso de analogías en clase, se observa una tendencia similar a lo que sucede en los textos (TREAGUST *et al.*, 1990), mostrando además que los

profesores no disponen de un buen repertorio de analogías para trabajar en clase. En relación a este aspecto resultaría adecuada la secuencia siguiente:

- 1- Introducir el sistema a modelar: “blanco”.
- 2- Introducir el “modelo análogo”, discutiendo en profundidad sus características.
- 3- Establecer correspondencias explícitas entre los conceptos, elementos y variables de uno y otro.
- 4- Explicitar y discutir similitudes y diferencias entre el análogo y el blanco.
- 5- Derivar a partir del análogo, conclusiones acerca del blanco.
- 6- Contrastar empíricamente (si es posible) las conclusiones derivadas; indicando siempre los límites de validez del modelo.

No hay que perder de vista que, si bien debe existir una similitud estructural entre el análogo y el blanco, esta no es absoluta. El alumno debe saber que toda analogía en algún momento se derrumba.

#### **IV. Bibliografía**

ARLIN, P. Piagetian operations in the comprehension, preference and production of metaphors. In: WEIZMAN, R. BROWN, R. LEVINSON, P. AND TAYLOR, P. (Eds). **Piagetian Theory and the Helping Professions**, v. 1. University of Southern, California, Los Angeles, p. 279-289, 1978.

BILLOW, R. Acognitive developmental study of metaphor comprehension. **Developmental Psychology**, v. 11, p. 415-423, 1975.

CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, v.13, p. 99-117, 1984.

DUIT, R. On the role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649- 672, 1991.

GLYNN, S. M. The teaching with analogies model: Explaining concepts on expository texts - Research into practice. In: K. D. MUTH (De.). **Children comprehension of narrative and expository text: Research into practice**. Neward, DE: International Reading Association, p. 185-204, 1989.

GLYNN, S. M. Explaining Science concepts : A teaching with analogies model. In: S. GLYNN, S. YEANY, R.; BRITTON, B. (Eds). **The Psychology of learning Science**. Hilsdalle, NJ: Erlbaum, p. 219-240, 1991.



LUNZER, E. Problems of formal reasoning in tess situations. In: MUSSEN, P. (Ed.). **Monographs of the Society for Research in Child Development** 30: N. 100, 1965.

MOREIRA, M. A.; Domínguez, M. E. Detección de Conceptos intuitivos en electricidad através de entrevistas clínicas. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 2, n. 1, p. 7-15, 1986.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo, conocimiento científico y cambio conceptual. Documento de trabajo del "Seminar on College Teaching for Latin Faculty". Realizado en la Universidad de Cornell, U.S.A., del 6 al 17 de julio de 1992.

OTERO, M. R.; PAPINI, C.; ELITCHIRIBEHETY, I. Fundamentos Epistemológicos del Constructivismo y la Enseñanza de la Física. Trabajo aceptado para su publicación en la Revista de Enseñanza de la Física, Córdoba, Argentina, 1996.

STERNBERG, R.; NIGRO, G. Developmental patterns in the solution of verbal analogies. **Child Development**, v. 51, p. 27-38, 1980.

TREAGUST, D. F.; DUIT, R.; JOSLIN, P.; LINDAUER, I. A naturalistic study of science Teachers' use of analogies as part of their regular teaching. Paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, 1990.

TREAGUST, D. F.; DUIT, R.; JOSLIN, P.; LINDAUER, I. Science Teachers use of analogies: Observations from classroom practice. **International Journal of Science Education**, v. 14, p. 413-422, 1992.

TREAGUST, D. F.; DUIT, R.; LINDAUER, I.; JOSLIN, P. Teacher's use of analogies in their regular teaching routines. **Research in Science Education**, v. 19, p. 291-299, 1989.

TREAGUST, D. F. The evolution of an approach for using analogies in teaching and learning science. **Research in Science Education**, v. 23, p. 293-301, 1993.

ZOOK, Kevin B. Effects of Analogical Processes on Learning and Misrepresentation. **Educational Psychology Review**, v. 3, n. 1, p. 41-72, 1991.