

### **Couples: chemical bond analogy**

### **Parejas: una analogía del enlace químico**

Marisol TLAPAPAL-BETANCOURT<sup>1\*</sup>, Alfredo RAMIREZ-TORRES<sup>1</sup>, Fabio LÓPEZ-LÓPEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, Carretera Acuaco-Zacapoaxtla Km. 8, Col. Totoltepec, 73680 Zacapoaxtla, Puebla, México (0009-0005-7909-8980, 0000-0002-4649-8444, 0009-0002-0291-7122)

Sent date: 02/September/2022 Acceptance date: 03/March/2023

---

#### **Abstract:**

Analogies are among the most used tools in teaching, they are used to explain knowledge that is difficult to understand, and they facilitate the process of learning new concepts. Learning on the basis of something familiar. This work uses the method called "teaching with analogies" to propose an analogy between the subject of chemical bonding and couple relationships. The six operations of the method are analyzed and the teaching activities necessary for the implementation of the analogy in the teaching learning process are determined. The generated analogy relates ionic, covalent, and metallic bonds with man-woman, woman-woman and man-man couples, respectively. In order to explain the stability of the different chemical bonds, a relationship is established between sharing, losing, and gaining electrons with the negotiations that exist within a couple. Analogies facilitate the recall of information and its contextualization, allow the construction of knowledge, as well the easy visualization of abstract theoretical concepts, therefore, they contribute to the student having meaningful learning.

**Keywords:** analogy, teaching, chemistry.

---

#### **Resumen:**

Las analogías se encuentran dentro las herramientas más utilizadas en la enseñanza, se utilizan para explicar conocimientos complicados de entender, facilitan el proceso de aprendizaje de nuevos conceptos, aprender sobre la base de algo familiar. Este trabajo emplea el método denominado "enseñanza con analogías" para proponer una analogía que relaciona la temática del enlace químico y las relaciones de pareja. Se analizan las seis operaciones del método y se determinan las actividades de enseñanza necesarias para la implementación de la analogía en el proceso enseñanza aprendizaje. La analogía generada relaciona los tipos de enlace iónico, covalente y metálico con las parejas hombre-mujer, mujer-mujer y hombre-hombre respectivamente. Con el fin de explicar la estabilidad de los diferentes tipos de enlace químico se establece una relación entre compartir, perder y ganar electrones con las negociaciones que existen dentro de una relación de pareja. Las analogías facilitan el recuerdo de la información y su contextualización, permiten construir el conocimiento, así como la fácil visualización de los conceptos teóricos abstractos, por tanto, contribuyen a que el alumno tenga un aprendizaje significativo.

**Palabras clave:** analogía, enseñanza, química.

---

\* Autor de correspondencia: Marisol Tlapapal-Betancourt  
E-mail: iq\_marisol@yahoo.com.mx

# 1. Introducción

El aprendizaje por analogías ha sido usado desde hace mucho tiempo (Greiner, 1988; Orgill y Bodner, 2004), y con este nombre, en el contexto académico de enseñanza, se refiere al uso de analogías como poderosas herramientas para hacer familiar aquello que no es muy asequible, permitiendo relacionar una situación cotidiana al alumno (análogo) con otra desconocida o nueva (tópico), facilitando la relación de la información y la elaboración de estructuras de conocimiento más comprensibles. El uso de analogías aparece ligado, de una parte, al aprendizaje en el ámbito conceptual, por ejemplo, como ayuda en la comprensión y desarrollo de nociones abstractas o como recurso dirigido a cambiar las ideas intuitivas ya existentes. Su objetivo es facilitar la comprensión de los conceptos científicos teóricos y mediante su uso se estimula el razonamiento y la cognición.

Las analogías se han utilizado desde la antigüedad para desarrollar el pensamiento científico, es así, como varios hombres dedicados a la química, han logrado llegar a conclusiones científicas partiendo de su cotidianidad para dar sentido a los trabajos de investigación y poder aclarar conceptos y generar nuevas teorías (Sivaev, 2020).

Con mucha frecuencia se dice que una de las bases del éxito del proceso de enseñanza aprendizaje en ciencias puede radicar en saber relacionar suficientemente los conceptos y contenidos abstractos con la realidad concreta y cotidiana. A partir de las investigaciones en psicología y en ciencia cognitiva se sabe que apropiarse de cualquier aspecto de la realidad supone representárselo, es decir, construir un modelo mental de esa realidad (Izquierdo, 1999).

Aprender ciencias requiere, por tanto, reconstruir en el aula los conceptos científicos. El modelo analógico o analogía puede posibilitar esta construcción, ya que favorece la visualización de los conceptos científicos, conceptos que en la mayoría de los casos son abstractos. Por otro lado, los científicos emplean frecuentemente las analogías a la hora de elaborar y presentar sus teorías y comunicarlas a otros dentro de su misma comunidad, y su uso constituye una actividad espontánea de las personas cuando se quiere dar sentido a lo desconocido (Clement, 1987).

Dado este reconocido papel de las analogías en la construcción y desarrollo del conocimiento científico, y partiendo de la premisa: las analogías son fundamentales en el proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias; hemos aplicado un método para generar una analogía del tema de enlace químico.

## 2. Materiales y Métodos

Existen diferentes propuestas relacionadas con la utilización didáctica de analogías en las clases de ciencias. Una de tales propuestas se denomina “enseñanza con analogías” (The Teaching-with-Analogies Model) (Glynn, 2007; Glynn y Takahashi, 1998). En esta propuesta se ha determinado que se deben aplicar seis operaciones que idealmente conducen a una enseñanza correcta. La Tabla 1 muestra una lista de estas seis operaciones, además de incluir una propuesta de actividades de enseñanza y recomendaciones para clarificar cada operación.

**Tabla 1.** Operaciones de enseñanza a base de analogías

<b>Operación</b>	<b>Actividades de enseñanza</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Introducción del concepto</b>	Presentar el concepto a trabajar	Iniciar un ciclo de aprendizaje, brindar una explicación.
<b>Presentación del análogo</b>	Recordar o revisar con los alumnos una base conceptual o situación que sirva como referencia analógica.	Presentar la analogía o el modelo analógico cuya familiaridad para los alumnos puede estimarse mediante la discusión y las preguntas.
<b>Identificación de características relevantes del tema y el análogo.</b>	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.
<b>Similitudes</b>	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.
<b>Indicación de donde se rompe la analogía.</b>	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.
<b>Extracción de conclusiones.</b>	Se elaboran las principales características del concepto.	Se articulan los aspectos familiares y no familiares.

Hemos decidido aplicar esta metodología ya que el estudio de Glynn es bastante robusto y concluye con esta serie de seis pasos para la enseñanza con analogías.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Generación de la analogía

Una analogía guía a los alumnos en la construcción de un modelo mental inicial del concepto a aprender basado en algo familiar (Tim, 2004). El aprendizaje de la química es complicado, ya que por un lado requiere que el estudiante sea capaz de relacionar el mundo macroscópico que percibe con un mundo nanométrico o menor basado en átomos y moléculas que no puede percibir, y por el otro debe comprender teorías complejas como la cuántica. Sin embargo, a pesar de esta dificultad, es necesario enseñar química como base para un desarrollo tecnológico y científico que influya en nuestras vidas diarias.

La tarea del docente es adaptar el conocimiento científico para que el estudiante pueda conectarlo con sus conocimientos previos y así lograr un aprendizaje significativo. La hipótesis de partida de este trabajo supone que la implementación de una estrategia didáctica basada en la enseñanza a base de analogías posibilita a los estudiantes el desarrollo de las capacidades creativas, la independencia cognoscitiva, las actitudes positivas hacia las ciencias y las habilidades para resolver problemas; además de facilitarles la asimilación conceptual de las teorías científicas, para el caso específico de esta propuesta el concepto a emplear es el de enlace químico.

Siguiendo las operaciones mostradas en la sección del método presentamos como aplicarlo al concepto de enlace químico (Recio Del Bosque, 2012):

#### 3.1.1 Introducción del concepto

Se considera que hay tres aproximaciones posibles para este paso (Felipe et al., 2006), a) cuando la analogía es utilizada como un organizador previo, el concepto se presenta después de la misma, b) cuando la analogía es utilizada para desarrollar el concepto, este se enseña con suficiente detalle como para hacer relevante el uso de la analogía, c) cuando la analogía es utilizada como un elemento para la revisión, el concepto es enseñado con anticipación. Para nuestra aplicación emplearemos la aproximación c).

Se inicia revisando el concepto de enlace químico a través de lanzar la pregunta ¿Por qué se unen los átomos?, se realiza una lluvia de ideas y se da una explicación del enlace químico que incluya el enlace covalente, iónico, metálico y se explica por qué se da la estabilidad en cada tipo de enlace.

#### 3.1.2 Presentación del análogo

En este paso es donde debe tenerse mayor cuidado con el manejo del vocabulario, ya que los alumnos pueden visualizar 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. En el presente caso se presenta la analogía con la pregunta ¿Por qué tienen pareja los seres humanos? ¿Qué tipos de parejas conocen?, ya que las relaciones humanas nos servirán como análogo para los enlaces químicos.

### *3.1.3 Identificación de características relevantes del tema y del análogo*

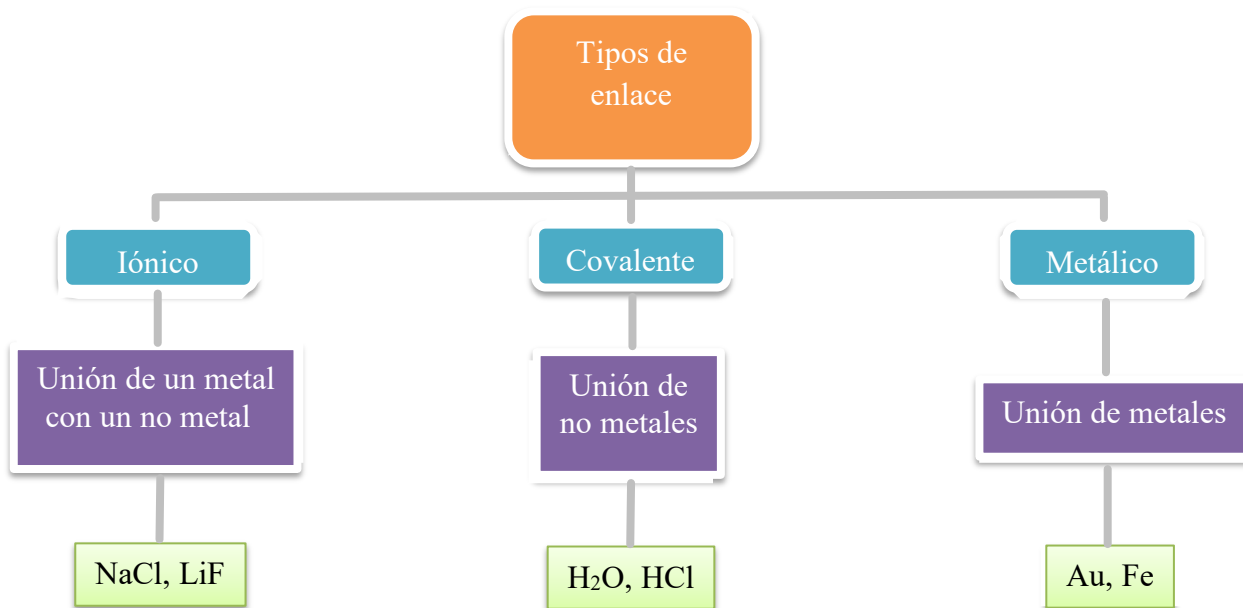
Los enlaces químicos tienen demasiada similitud con las relaciones humanas. Los humanos tenemos la necesidad de buscar una pareja, por diferentes razones (económicas, emocionales, etc.), pero en general el lazo que nos mantendrá con esa pareja será la estabilidad, como es el caso de la estructura de los elementos o moléculas, existirán siempre que haya una estabilidad energética y dinámica. También en los enlaces ocurren fenómenos de compartir, perder o ganar electrones por parte de los átomos, como en las parejas los integrantes a veces compartirán puntos de vista, en otras ocasiones alguno tendrá que ceder ante las decisiones del otro o impondrá sus decisiones.

### *3.1.4 Similitudes*

De forma general la tabla periódica clasifica a los elementos en metales, no metales y metaloides, análogicamente si definimos a los hombres como metales, a las mujeres como no metales, y si el enlace iónico se forma comúnmente por la unión de metal y no metal, el enlace iónico será una pareja hombre-mujer ( $\text{NaCl}_2$ ). Para el caso del enlace covalente este se da entre elementos no metálicos, es decir, será la pareja mujer-mujer ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el enlace metálico la pareja hombre-hombre (Au).

### *3.1.5 Indicación de dónde se rompe la analogía*

Se debe disuadir a los alumnos de las conclusiones incorrectas que, con referencia al concepto, podrían elaborarse a partir del análogo. Para ello será necesario presentar y explicar un mapa resumen ya sin la analogía de la clasificación de los tipos de enlace y sus características (Figura 1). El mapa deberá de incluir los tipos de enlace, sus características y ejemplos.



**Figura 1.** Mapa resumen de tipo de enlace químico, donde se indica la unión de átomos que debe ocurrir.

### 3.1.6 Extracción de conclusiones

Se debe llegar a una conclusión por parte de los aprendientes ya sin el uso de la analogía, y es necesario apoyarlos con una conclusión aceptada por la comunidad científica tal como: “Se denomina enlace químico a las uniones entre átomos que surgen al ceder, ganar o compartir electrones entre si con el fin de lograr una estructura más estable que en su estado anterior”.

### 3.2 Implementación didáctica de la analogía

Se realiza una propuesta de actividades para poner en práctica la enseñanza con base en la analogía creada sobre el tema de enlaces químicos, la población a la que está dirigida comprende alumnos de primer semestre de ingeniería. Independiente de la estrategia utilizada para el trabajo con analogías, al menos deben considerarse tres puntos básicos: una fase exploratoria, con preguntas dinamizadoras, la fase de la analogía y finalmente una fase de aplicación. La Tabla 2 presenta las fases y las de actividades de enseñanza para estudiar el concepto de enlace químico a partir de la analogía creada.

**Tabla 2.** Fases para enseñar con la analogía creada.



<b>Fase</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<b>Exploratoria</b>	El docente realiza una exploración de los conocimientos previos de los estudiantes acerca de los enlaces químicos (Estructura del átomo, definición de sustancia y mezcla, ley de las proporciones, carga eléctrica).
<b>Analogía</b>	Se expone la clase usando el proceso descrito en la generación de la analogía.
<b>Aplicación</b>	El alumno realizará la aplicación de los tipos de enlaces a través de diferentes ejercicios donde determina los tipos de enlace.

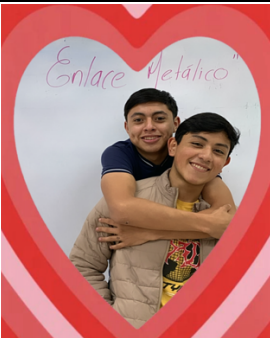
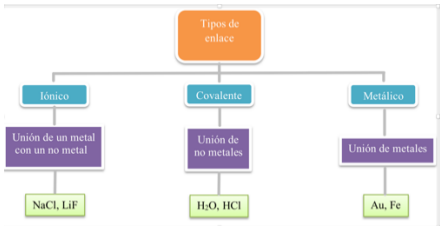
### 3.3 Resultados

El uso de las analogías ha sido señalado como una de las contribuciones para la mejora de la enseñanza de las ciencias (Harrison & Treagust, 2006). Haciendo la analogía de las parejas con los enlaces químicos en la clase de química, los alumnos de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla (ITSZ) tuvieron mejores resultados en sus evaluaciones a diferencia del grupo donde se enseñó sin la aplicación de la analogía. La aplicación se realizó como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Aplicación de las operaciones de enseñanza a base de analogías en el enlace químico

<b>Operación</b>	<b>Actividades de enseñanza</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Introducción del concepto</b>	Presentar el concepto a trabajar <b>Enlaces</b>	Iniciar un ciclo de aprendizaje, brindar una explicación.
<b>Presentación del análogo</b>	Recordar o revisar con los alumnos una base conceptual o situación que sirva como referencia analógica.  <b>¿Por qué se unen los átomos?</b>  <b>¿Por qué tienen pareja los seres humanos?</b>	Presentar la analogía o el modelo analógico cuya familiaridad para los alumnos puede estimarse mediante la discusión y las preguntas.
<b>Identificación de características relevantes del tema y el análogo.</b>	Explicar la analogía e identificar sus rasgos con una profundidad adecuada.  <b>Los enlaces químicos tienen demasiada similitud con las relaciones humanas</b>  Enlace iónico  Enlace covalente	La adecuación debe ser acorde a su familiaridad para los alumnos y para la edad de los mismos.

	Enlace metálico	
<p><b>Similitudes</b></p>	<p>Se buscan las semejanzas entre el concepto y el análogo.</p> <p style="text-align: center;"> <b>Metaloides</b>  <b>Metal</b> <b>HOMBRES</b> <b>MUJERES</b> <b>No metal</b> </p> <p><b>Enlace iónico: metal + no metal</b></p>  <p>Relación: Hombre – Mujer*</p>	<p>El docente y los alumnos identifican las principales características del concepto y establecen su paralelismo con las del análogo.</p>
	<p><b>Enlace covalente: no metal + no metal</b></p>  <p>Relación: Mujer – Mujer*</p>	
	<p><b>Enlace metálico: metal + metal</b></p>	

	 <p>Relación: Hombre – Hombre*</p>	
<p><b>Indicación de donde se rompe la analogía.</b></p>	<p>Observar y registrar las concepciones alternativas que los estudiantes pueden desarrollar y reconocer las áreas de no correspondencia.</p>  <p>Mapa resumen de tipo de enlace químico, donde se indica la unión de átomos que debe ocurrir.</p>	<p>Se debe disuadir a los alumnos de las conclusiones incorrectas que, con referencia al concepto, podrían elaborarse a partir del análogo.</p>
<p><b>Extracción de conclusiones.</b></p>	<p>Se elaboran las principales características del concepto.</p> <p>“Se denomina enlace químico a las uniones entre átomos que surgen al ceder, ganar o compartir electrones entre sí con el fin de lograr una estructura más estable que en su estado anterior”</p>	<p>Se articulan los aspectos familiares y no familiares.</p>

\*Escenificación de estudiantes de química del primer semestre de ingeniería industrial del ITSZ (Fotografías con consentimiento para su publicación)

## 4. Conclusiones

La analogía es un recurso didáctico aplicable en los procesos de enseñanza aprendizaje no solo de la química sino de otras disciplinas. La analogía conecta el nuevo conocimiento con el conocimiento factico de los aprendientes. Para el tema de enlaces químicos resulta bastante adecuado el uso de las relaciones humanas, con el caso específico de las relaciones de pareja.

Este es un tema cotidiano en los alumnos de primer semestre de las áreas de ingeniería y en general de la población juvenil, ya que están en la etapa de búsqueda de una pareja sentimental para una posterior consolidación.

En general, puede considerarse que una analogía adecuada será aquella que permita establecer relaciones entre los nuevos conceptos con los conocimientos cotidianos del estudiante, y una mala analogía será aquella en la que es difícil identificar y mapear las características relevantes compartidas por el análogo.

Las mejoras notadas en la comprensión del enlace químico tendrán que ser evaluadas y cuantificadas a través de un diseño de experimentos.

## 5. Referencias

- Clement, J. (1987). Observed Methods for Generating Analogies in Scientific Problem Solving. *Cognitive Science*, 12, 563-586.
- Felipe, A. E., Gallarreta, S. C., & Merino, G. (2006). Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias. Ejemplos en biología del desarrollo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(6), 1–10. <https://doi.org/10.35362/RIE3762678>
- Glynn, S. M. and Takahashi T. (1998). Learning from Analogy-Enhanced Science Text. *Journal of Research Science Teaching*, 35 (10), 1129-1149. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199812\)35:10<1129::AID-TEA5>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1129::AID-TEA5>3.0.CO;2-2)
- Glynn, S. (2007). The Teaching-with-Analogies Model: Build Conceptual Bridges with Mental Models. *Science and Children*, 44 (8), 52-55.
- Greiner, R. (1988). Learning by understanding analogies. *Artificial Intelligence*, 35(1), 81–125. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(88\)90032-X](https://doi.org/10.1016/0004-3702(88)90032-X)
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2006). Teaching and Learning with Analogies. *Metaphor and Analogy in Science Education*, 11–24. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3830-5\\_2](https://doi.org/10.1007/1-4020-3830-5_2)
- Izquierdo, M. (1999). Aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las ciencias. ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- Orgill M. & George Bodner G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(1), 15–32. <https://doi.org/10.1039/B3RP90028B>
- Recio Del Bosque, F. (2012). *Química Inorgánica (5a ed.)*. México: Mc Graw Hill. (Obra original publicada en 1995)
- Sivaev, I. B. (2020). Some Analogies in Inorganic Chemistry (in memory of A. A. Pasyanski). *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 65(12), 1854–1861. <https://doi.org/10.1134/S0036023620120165/FIGURES/6>
- Tim, C. F. (2004). Use of analogies to teach general biology to non-biology majors. *Triannual newsletter*, 8 (1). Centre for Development of Teaching and Learning (C.D.T.).