

Caracterización de las analogías en los libros de texto de Ciencias Biológicas de Educación Secundaria

Characterization of Analogies in Biological Science Textbooks for Secondary Education

Marcelo Augusto Salica¹, Luciana Ceccacci Sawicki², María Paula Portela³, Valeria Olguin⁴
^{1,2,3,4}Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional del Comahue.
¹profchelofca@gmail.com; ²lucianaceccacci@yahoo.com.ar; ³pauportela_94@hotmail.com; ⁴mariavalerialolguin@gmail.com

Recibido 08/08/2020 – Aceptado 18/02/2021

Para citar este artículo:

Salica, M.A.; Ceccacci Sawicki, L.; Portela, M.P. y Olguin, V. (2021). Caracterización de las analogías en los libros de texto de Ciencias Biológicas de Educación Secundaria. *Revista de Educación en Biología*, 24(2), 22-35.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo describir las analogías de los textos de Biología utilizados en los dos primeros años de la Escuela Secundaria. Se seleccionaron los siete libros de texto señalados como los de uso más frecuente por los y las docentes. En ellos se identificaron 265 analogías y se observó que éstas aparecen en los textos para ilustrar o introducir conceptos meta mayormente abstractos, pero lo hacen de manera implícita, simple (i.e. sin desarrollar), e implican la utilización de análogos base concretos y pertenecientes a la misma Biología. A partir de estos resultados se pueden inferir algunos beneficios y dificultades que pueden generar estas herramientas, lo que resulta relevante tanto para los autores de los libros de texto, como para los docentes que las utilizan.

Palabras clave: Analogía; Enseñanza; Biología; Libros de texto

Abstract

The present work aimed to describe the analogies of Biology texts used in the first two years of High School. The seven textbooks selected were indicated as the most frequently used by teachers. In them, 265 analogies were identified and it was observed that these appear in the texts to illustrate or introduce meta concepts that are largely abstract, but they do so implicitly, simply (i.e. without development), and imply the use of concrete base analogues belonging to Biology itself. From these results, it is possible to infer some benefits and difficulties that these tools can generate, which is relevant both for the authors of the textbooks and for the teachers who use them.

Keywords: Analogy; Teaching; Biology; Textbooks

Introducción

La noción de analogía es objeto de interés de la Psicología Cognitiva del Pensamiento, dada su importancia tanto en los procesos de enseñanza y aprendizaje, como en una gran diversidad de actividades cognitivas. Dentro del campo de la Psicología Cognitiva, existen dos teorías de origen norteamericano. Una de ellas es la Teoría de la Proyección de la Estructura (TPE) de Gentner y colaboradores (Gentner, 1989; Gentner y Markman, 2006) y otra es la Teoría de las Múltiples Restricciones (TMR) de Holyoak y colaboradores (Holyoak y Thagard, 1989; Hummel y Holyoak, 1997).

Las mencionadas teorías coinciden en señalar que razonar mediante analogías consiste en descubrir que dos situaciones pueden ser consideradas semejantes, dado que comparten una estructura relacional similar, más allá de que tal vez resulten superficialmente diferentes (Gentner, 1989; Gentner y Kurtz, 2006; Minervino, Trench y Adrover, 2012). Esta habilidad permite que las personas transfieran conocimientos desde una situación que les resulte familiar hacia otra de mayor novedad.

Este tipo de pensamiento ha sido descompuesto en una serie de subprocesos para su estudio (Gentner y Smith, 2012). En primer lugar, cuando alguien se enfrenta a un análogo meta (AM), como puede ser el aprendizaje de un concepto novedoso, recupera de su Memoria de Largo Plazo (MLP) otro análogo ya conocido que servirá como base o fuente (AB). Luego, una vez que las representaciones de ambos análogos se encuentran activas en Memoria de Trabajo (MT), se lleva adelante el establecimiento de correspondencias (EC) entre sus objetos y relaciones. Por último, a partir de la detección de la información presente en el AB que se detecta como faltante en el AM, se generan inferencias. Cabe aclarar que este orden no es rígido, sino que los diferentes subprocesos se solapan e incluso la secuencia podría alterarse (De la Fuente y Minervino, 2008).

El pensamiento por analogías es un tipo de pensamiento mucho más frecuente de lo que las personas piensan. Forma parte de una amplia variedad de actividades de la vida cotidiana, del pensamiento científico y procesos de la ciencia como son los modelos científicos (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001), la resolución de problemas (Gick y Holyoak, 1980), el descubrimiento científico (Weisberg, 2006) y la argumentación (Dunbar, 2001) por mencionar sólo algunas.

Enseñanza a través de analogías

De todas las funciones en las que participa el razonamiento mediante analogías, el presente trabajo se ha propuesto indagar en su utilización para la enseñanza y el aprendizaje. Su importancia reside en que es uno de los recursos pedagógicos-didácticos más utilizados por los y las docentes en la planificación y desarrollo de sus clases. De acuerdo con Oliva, Aragón, Mateo y Bonat (2001), la utilidad de las analogías radica en su potencialidad para permitir la comprensión de un concepto novedoso o AM, a través de las relaciones que se establecen con un sistema análogo que resulta más conocido y familiar para el y la estudiante. Shayer y Adey (1981) sostienen que la Biología contiene muchos conceptos abstractos y que su aprendizaje es altamente demandante para los y

las estudiantes. Es por ello que, frente al desafío de comprender un concepto tal como el ADN (AM), es frecuente que se lo compare a otro concepto concreto que resulte familiar, tal como una escalera caracol (AB). Si bien se ha señalado que el uso de las analogías es una de las contribuciones para la mejora de la enseñanza de las ciencias (Harrison y Treagust, 1993; Senac, Nagem y Melo de Carvalho, 2005), su utilización requiere de la exploración adecuada de su valor cognitivo, alcances y limitaciones (Glynn, 1991, 1995; Thagard, 2008).

Las analogías pueden presentarse de manera espontánea o planificada en las clases de Biología o, como es el objeto de esta indagación, como un recurso presente en los libros utilizados en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Los textos resultan relevantes ya que ofrecen una selección y organización del contenido a enseñar, así como propuestas de trabajo con esos contenidos. Por todo ello, puede considerarse que representan una variable muy importante en la enseñanza disciplinar. Thiele, Venville y Treagust (1995) sostienen que las y los autores de los libros de texto tienen percepciones de los contenidos, de los y las estudiantes/lectores y de cómo aprenden. Pero, además, las y los autores de textos disciplinares también obedecen a las presiones y limitaciones del formato en el que trabajan. En consecuencia, el análisis de los libros resulta fundamental para orientar la labor de cada docente con ellos.

La crítica y la revisión de los libros de texto no es algo reciente. Entre los primeros estudios de González y Zaragoza (1985) dan cuenta de la necesidad de superar aspectos limitados al "fomento" del aprendizaje. Por otro lado, Jiménez (2000) sintetiza algunas perspectivas en el análisis de los libros de texto de ciencias, vinculadas a la información recogida, las características físicas de los documentos, la necesidad de atender la diversidad del alumnado y de los diferentes tipos de aprendizajes. Por último, Campanario y Otero (2000), analizan los libros de texto focalizando en el complejo mecanismo de comprensión del discurso científico, lo que requiere de distintos niveles y estrategias cognitivas para establecer coherencia en la representación del texto.

Uno de los primeros trabajos que analizó las analogías utilizadas en textos instruccionales de diferentes niveles académicos, lo constituye la investigación de Curtis y Reigeluth (1984). Estos autores encontraron gran variabilidad entre las distintas disciplinas y niveles educativos a las que pertenecían los textos analizados, pero más allá de ello generaron una clasificación de las analogías que sirvió de plataforma a posteriores estudios.

Thiele et al. (1995), compararon las analogías de libros de texto de Biología y Química de Escuela Secundaria. Las clasificaron según los atributos compartidos (estructural, funcional o ambas), el nivel de abstracción del par de análogos y la extensión del EC (enriquecido, extendido o simple). Detectaron, como principal falencia, la presentación de las analogías sin que se brinden ayudas para que cada estudiante pueda aprender de ellas. A partir de sus hallazgos sostienen que los y las docentes que trabajan en las mencionadas disciplinas deben detectar las analogías que aparecen en los textos y trabajar a partir de las representaciones que ellas ofrecen de los conceptos. Algunas de las acciones más concretas implican enseñar a realizar el EC, a evaluar las inferencias generadas y a detectar aquellos puntos en que la analogía se quiebra.

En el presente trabajo se ha buscado describir las analogías en los textos de Biología de la Escuela Secundaria que se utilizan en nuestra región. Tal como se ha señalado antes, diversos autores (Curtis y Reigeluth, 1984; Terrazzan, Pimentel, Da Silva, Buske y Amorim, 2005; Thiele et al., 1995) han propuesto variables clasificatorias, de las cuales, a los fines de este trabajo se han considerado: a) el nivel de abstracción de los análogos; b) distancia semántica; c) usos y funciones; d) declaración del análogo; y e) nivel de desarrollo de la analogía.

Estas categorías serán definidas a continuación:

a) Nivel de abstracción de los análogos

Como se ha ilustrado antes con la analogía entre el ADN y la escalera caracol, frecuentemente, frente a un AM abstracto se busca otro más concreto para ser utilizado como AB. En este caso, el AM es un modelo idealizado, mientras que la escalera caracol, es posible de ser asida directamente mediante los sentidos, y brinda la oportunidad de experimentar e interactuar con ella. Sin embargo, Thiele et al. (1995) han señalado que cada uno de los análogos a comparar pueden ser concretos o abstractos. Por lo tanto, además del caso descrito podemos encontrar el ejemplo inverso si se quiere explicar a alguien lo que es una escalera caracol a partir del modelo de ADN (siendo el AM concreto y el AB abstracto); o que se compare el modelo de ADN a un modelo de átomo, por lo cual ambos análogos son abstractos; o que se explique qué es una escalera caracol a partir de las gradas de un anfiteatro (ambos análogos concretos). En síntesis, podemos decir que los pares de análogos pueden ser clasificados en concreto-abstracto, abstracto-abstracto, abstracto-concreto y concreto-concreto.

Day y Goldstone (2012) han mostrado evidencia de que, si bien los análogos con menor nivel de abstracción facilitan la comprensión, también dificultan la transferencia del conocimiento a situaciones diferentes de aquellas en las que fue adquirido. De manera opuesta, las analogías más abstractas resultan muy difíciles de comprender para los y las estudiantes. Es por esto que analizar el nivel de abstracción de los análogos ofrece a los y las docentes información relevante para diseñar su estrategia de enseñanza.

b) Distancia semántica

Las analogías han sido clasificadas según pertenezcan o no al mismo campo de conocimiento en cercanas o intradominio y lejanas o interdominio (De la Fuente y Minervino, 2008). En las analogías de tipo intradominio, los análogos que se comparan son similares en lo que respecta a sus objetos, a los atributos de éstos y a sus relaciones (e. g. la selección sexual es un mecanismo análogo a la selección natural). En cambio, en las analogías interdominio, si bien se comparte una estructura relacional común, los análogos no suelen parecerse (De la Fuente y Minervino, 2008). Por ejemplo, cuando se compara las fibras de algodón de un sweater con la unión de células conformando el tejido de un órgano del cuerpo humano.

Diversos autores (Loewenstein, 2010) han sugerido que el sistema cognitivo de los seres humanos muestra una tendencia a guiarse exclusivamente por similitudes

superficiales, lo que lleva a la producción más frecuente de analogías intradominio. Sería por tanto esperable que los autores de los textos produzcan este tipo de analogías. Sin embargo, para que una analogía sea efectiva, es importante que tenga en cuenta los conocimientos de la persona que la recibe. (Olguín, Trench y Minervino, 2017), en este caso, los y las estudiantes. Trench, Olguín y Minervino (2016) han mostrado que las personas pueden hacer estas búsquedas voluntarias en sus memorias para encontrar análogos en campos semánticos distantes cuando lo necesitan en función de la tarea a la que se enfrentan. Este es el caso de los resultados de Ceccacci, Portela, Salica y Olguín (2020) quienes encontraron que los y las docentes de Biología realizaban analogías con otras áreas o campos disciplinares (i.e. analogías interdominio) con el fin de acercarse a las vivencias y conocimientos de sus estudiantes.

c) Usos y funciones

De un modo genérico, se dice que las analogías ayudan en la adquisición de conceptos novedosos, para lo cual sería necesario mirar con mayor detenimiento el o los procesos cognitivos que se buscan fomentar en el estudiantado. Por ejemplo, puede que se busque resaltar ciertos aspectos de una situación para focalizar la atención del alumnado (Gentner y Markman, 1997), que se intenten generar y proyectar inferencias (De la Fuente y Minervino, 2008), entre otros usos posibles. De esta manera, un mismo ejemplo puede ofrecer uno o más usos diferentes en relación al contenido disciplinar.

Numerosos autores (Glynn y Takahashi, 1998; Senac et al., 2005) han sostenido que quienes enseñan mediante analogías, ya sean docentes o autores de textos, deben conocer las posibles dificultades de sus estudiantes y/o lectores en relación con cada uno de los mencionados usos que pueden hacerse de las analogías en tanto herramientas y diseñar estrategias para contribuir a su resolución.

d) Declaración del análogo

Las modalidades del discurso disciplinar llevan al autor del texto a hacer uso explícito o no del tipo de recurso que está utilizando en su obra literaria. De esta forma, en los libros de textos escolares, las analogías como recurso educativo pueden ser explícitas cuando el autor indica al lector el recurso que se va a utilizar o implícitas, cuando se desarrolla la misma sin previa enunciación.

Desde un punto de vista educativo, explicitar en el texto cuándo se utiliza una analogía ayuda al lector a comprender una determinada idea científica o fenómeno, le permite advertir el tipo de estrategia utilizada y lo previene de generar concepciones erróneas sobre el AM. Fernández González, González González y Moreno Jiménez (2004) advierten que en los primeros años de la Escuela Secundaria hay mayor probabilidad de que los y las estudiantes no entiendan la analogía presentada y necesiten mayor orientación acerca de la técnica de aprendizaje que se está utilizando. Esta orientación le confiere al texto un valor educativo adicional.

e) Nivel de desarrollo de la analogía

Una de las características que permiten reconocer el modo y las condiciones en que el razonamiento por analogía se emplea en los libros de texto escolar, consiste en el uso del análogo de manera mencionada o desarrollada o, en palabras de Curtis y Reigeluth (1984), simple o enriquecida. En el caso de las analogías simples o mencionadas, el autor del texto sólo contrasta el AB con el AM mediante la comparación superficial de los ejemplos, objetos, fenómenos o problemas que se desea analizar. Sin embargo, cuando el autor desarrolla o enriquece la analogía, constituye uno de los casos más interesantes ya que es cuando se potencia la utilización de la analogía para la comprensión de conceptos. En este caso, se explicitan los análogos y se señalan los aspectos en que ambos son comparables y en algunos casos las limitaciones de la comparación analógica (i.e. aquellos aspectos en que la analogía se quiebra o se rompe).

Método

Diseño de la metodología de investigación

Con el objetivo de describir y especificar la frecuencia de las categorías que caracterizan los usos y funciones de las analogías en los libros de texto de Ciencias Biológicas de la Escuela Secundaria, se realizó un estudio descriptivo/correlacional cuantitativo de las analogías identificadas.

Procedimiento

El trabajo se dividió en dos etapas. La primera de ellas consistió en identificar los libros de Ciencias Biológicas más utilizados por docentes. Mientras que la segunda se abocó a analizar las analogías presentes en los libros seleccionados.

La selección de los textos se realizó en función de los resultados arrojados por una breve entrevista semiestructurada aplicada a 15 docentes que enseñaban Ciencias Biológicas en el Ciclo Básico Común (1º, 2º y 3º año) de la Escuela Secundaria de las ciudades de Cipolletti (Río Negro) y Neuquén (capital de la provincia homónima). La entrevista tuvo como objetivo conocer las asignaturas en las que habían trabajado en el último año, registrar los textos que habían utilizado con mayor frecuencia, así como las razones de tales preferencias. Finalizadas las entrevistas, el análisis realizado permitió identificar 33 libros diferentes de 12 editoriales de textos de educación pertenecientes a diferentes sistemas educativos que coexisten en la educación argentina. Los textos fueron clasificados en función de la editorial, año de edición, año escolar y cantidad de citación del libro sobre la totalidad de los y las entrevistados.

Los 33 libros citados (Anexo) pertenecen a diferentes sistemas educativos que han existido en la educación argentina desde 1997, mediante la Ley de Educación Federal N° 24.195 sancionada en 1993, hasta su modificación debido a la Ley de Educación Nacional N° 26.206, sancionada en 2006 e implementada en el año 2010. Por tal motivo, coexiste una amplia serie de libros de textos usados y compartidos entre la Educación Primaria

y Secundaria. Como consecuencia del cambio en los marcos legales con respecto a la educación, los libros reciben diferentes denominaciones: Educación General Básica (EGB), Polimodal, Educación Secundaria Básica (ESB), Escuela Secundaria (ES), Nueva Escuela Secundaria (NES). Esta diversidad de textos lleva a que cada docente tenga un amplio repertorio de fuentes bibliográficas lo que, en ocasiones, genera una falta de precisión al momento de identificar los datos técnicos del libro, particularmente en aquellos casos en los que hay diferentes ediciones de un texto publicadas por una misma editorial.

A partir de ese primer análisis, se seleccionaron los siete libros de texto que fueron señalados como los más utilizados para la enseñanza de la disciplina, lo que representa el 21,21% de la totalidad de los textos mencionados. Dicha selección se basó en los siguientes indicadores: 1) información técnica precisa otorgada por el o la docente; 2) disponibilidad en la biblioteca escolar a la cual asiste; y 3) nivel de importancia que el libro escolar representa para cada docente. Esto último se caracteriza por el contenido y metodología de enseñanza que el libro ofrece para el aprendizaje de la ciencia, siendo entre los más apropiados de acuerdo al criterio pedagógico-didáctico del docente.

En la segunda etapa, se identificaron y analizaron las analogías presentes en los libros seleccionados. Las analogías identificadas fueron cargadas en una base de datos de acuerdo a las siguientes variables: nivel de abstracción (i.e., niveles abstractos o concretos de los análogos analizados); distancia semántica (i.e., analogías intra o interdominio); usos que sus autores dan a las analogías producidas (e.g., exponer una idea novedosa, ilustrarla, otros.); declaración de la analogía (implícita o explícita); y el nivel de desarrollo de la analogía (mencionada o desarrollada).

Respecto de los usos y funciones con las que aparecen las analogías en los textos se detectó, por un lado, que en la mayoría de los casos los ejemplos de analogías podían cumplir hasta dos funciones diferentes en el texto; por ello, se cargaron hasta dos valores por analogía clasificándose como "Usos 1" y "Usos 2". La clasificación "Usos 1" se asigna a la función principal con la que se identifica el ejemplo de la analogía en el texto; la clasificación Usos 2, corresponde a la respectiva función secundaria que posee el mismo ejemplo. Pero, además, también se detectó que las analogías podían cumplir funciones diferentes de aquellas que han sido clásicamente mencionadas en la bibliografía sobre el tema (i.e. promover la comprensión o ilustrar un concepto novedoso). Debido a ello, se construyó una nueva clasificación que contuviera todos los casos analizados. De esta manera se generaron las siguientes categorías: introducir un concepto nuevo (1); ilustrarlo (2); promover cambio conceptual (3); narrar un descubrimiento científico (4); evaluar o corroborar la comprensión (5); y generar hipótesis o inferencias (6).

Posteriormente se realizaron los análisis estadísticos descriptivos mediante el paquete estadístico SPSS (20.0). Se observó la frecuencia de aparición de analogías en los libros en función de las categorías antes mencionadas y se exploraron algunas correlaciones entre ellas.

Resultados y discusión

A continuación, se sintetizan los resultados obtenidos a partir de las categorías de análisis consideradas en este trabajo. En la Tabla 1, se expone la cantidad de analogías identificadas en cada libro (N=7) seleccionado.

Tabla 1: Frecuencia de analogías de los libros analizados

| Editorial | Frecuencia | Porcentaje |
|--|------------|----------------|
| 1. Kapelusz: Biología para pensar (2008) | 3 | 1,13% |
| 2. Kapelusz: Biología para pensar (2013) | 88 | 33,21% |
| 3. Puerto de Palos: Biología 2 (2014) | 78 | 29,43 % |
| 4. Santillana: Ciencias Naturales 8 (1997) | 27 | 10,19 % |
| 5. Santillana: Biología 1 (2005) | 25 | 9,43 % |
| 6. Santillana: Biología II (2007) | 8 | 3,02 % |
| 7. Santillana: Biología Polimodal (2014) | 36 | 13,58 % |
| Total = | 265 | 100,00% |

Los siete libros analizados corresponden a tres editoriales diferentes obteniendo un total de 265 analogías. Dado que la cantidad de textos analizados de cada editorial no es equivalente, estas frecuencias deben ser tomadas con cuidado. Sin embargo, tal como se puede observar, las analogías están presentes en los diferentes textos pertenecientes a las distintas editoriales. Ello concuerda con el valor otorgado a estas herramientas como estrategia de enseñanza de las ciencias expresado por (Oliva et al. 2001).

A partir de la clasificación de los análogos según su nivel de abstracción, se encontró que el 41,1% (n=109) corresponde AB concretos que se ofrecen para la comprensión de AM abstractos. Pero también se encontró que el 40,8% (n=108) obedece a AB abstractos que buscan el aprendizaje de AM abstractos. Por último, las categorías AB abstracto/AM concreto y AB concreto/AM concreto mostraron frecuencias significativamente menores (11,3%, n=30 y 6,8%, n=18 respectivamente).

El primer dato obedece a lo que se ha descrito en la literatura (Day y Goldstone, 2012) y que se ha ilustrado al principio de este trabajo con la analogía del ADN como una escalera caracol. Los datos relativos a la baja presencia de las últimas dos categorías podrían explicarse en términos de la demanda cognitiva. Un concepto concreto tal vez no requiere de un razonamiento altamente demandante - en términos de los recursos que deben ponerse en marcha- y puede comprenderse mediante otra estrategia que resulte más económica al sistema cognitivo (De la Fuente y Minervino, 2008).

Sin embargo, resulta llamativo el relativamente alto porcentaje de casos en que frente a AM abstractos se ofrezcan AB también abstractos. Una posible explicación podría estar relacionada con que dichos análogos pertenezcan al mismo campo (por ejemplo, para explicar la Eubacteria se la análoga a la Achaeabacteria). Sin embargo, mediante

la prueba de Pearson, entre la distancia semántica y el nivel abstracción, se obtuvo una correlación estadísticamente significativa ($p=0,000 > \alpha=0,01$) pero negativa, $r=-0,338$, es decir baja. Este análisis determinó que no hay vinculación entre dichas subcategorías. Estos resultados advierten sobre posibles obstáculos para la comprensión por parte de los y las estudiantes.

En cuanto al análisis de la distancia semántica, cabe recordar que esta puede resultar intradominio o cercana (e.g. se análoga la acción de la levadura con la que se hace el vino como AM con la de la levadura con la que se produce el pan como AB) o distante o interdominio (e.g. se compara la acción de la levadura con la que se hace el vino como AM, a la inflación de un país como AB). A partir del análisis realizado, se encontró que el 55,75% correspondía a analogías cercanas o intradominio y un 44,25%, a analogías lejanas o interdominio. Estos resultados permiten afirmar que los textos, en tanto productos de los autores, muestran cierta tendencia que podría relacionarse al sesgo hacia las analogías intradominio que ha sido descrito en la literatura (Loewenstein, 2010). En este punto, podría resultar una desventaja para la comprensión por parte de los y las estudiantes ya que, si aún no se han apropiado de un concepto propio de las Ciencias Biológicas, no podrán utilizarlo como AB para el concepto novedoso (Thagard, 2008).

En la Figura 1 se puede observar que la función más frecuente con la que aparecen las analogías en los libros corresponde con la necesidad de introducir un concepto nuevo (53,6%; $n=142$). Por ejemplo, antes de exponer como tópico la actividad del biólogo en la generación de conocimiento (AM) se introduce el modo en que los detectives de las novelas policiales siguen pistas (AB). En segundo lugar, la función más utilizada corresponde a la ilustración (40,0%; $n=106$). Un ejemplo de ello sería que para explicar la obtención de una nueva especie mediante la selección artificial (AM) se brinda el caso de la obtención del maíz tal como lo conocemos, a partir de la selección de las mejores mazorcas de cada cosecha por parte de los pueblos originarios centroamericanos (AB).

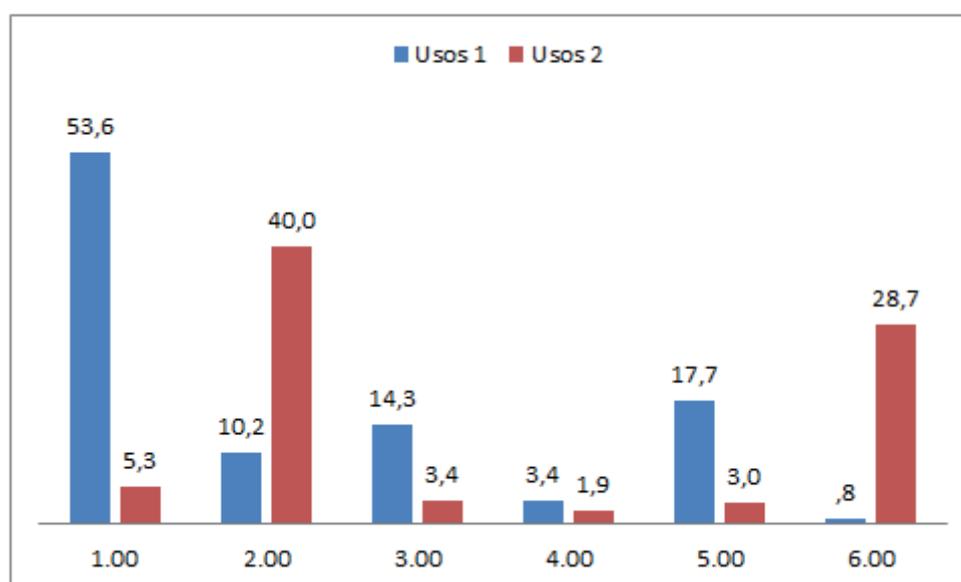


Figura 1. Frecuencia de los usos y funciones de las analogías (N = 265).

Entre los valores de usos 1 y 2 de las analogías se aplicó la prueba estadística de Pearson. Esta determinó una asociación alta $r=0,77$ y significativa $p=0,000 > \alpha=0,01$. De esta manera, se encuentra que la idea de introducir un conocimiento novedoso va asociado a la ilustración del mismo.

Puede observarse que la función que aparece en el tercer lugar es la elaboración de hipótesis o inferencias (28,7%; $n=76$). En este caso, por ejemplo, se presenta una historia base a estudiantes sobre un granjero que quería acabar con cierto insecto y puso un producto químico. El fin de la historia es que, por selección artificial, los insectos resultaron resistentes a ese producto. Luego se presenta una situación meta en la que se narra la historia de una persona enferma que se automedica con un antibiótico y se explica que se genera un proceso análogo al del granjero. Por último, se les pide a los y las estudiantes que digan cuál sería el final de la historia del paciente que se automedica. La elaboración de hipótesis o inferencias es una función relativamente novedosa en los libros de texto, la cual va en línea con las actuales corrientes pedagógicas y didácticas que buscan desarrollar el pensamiento científico escolar. Sin embargo, cabe recordar que la generación de inferencias implica ciertas dificultades, tal como lo señalan De la Fuente y Minervino (2008), por lo que sería muy importante el rol de cada docente para que las y los estudiantes puedan superarlas.

Se realizó un análisis a fin de observar si los usos de las analogías detectadas se relacionaban con la abstracción de la analogía. La prueba de Chi-cuadrado entre estas variables resulta estadísticamente significativo ($p=0,000 > \alpha=0,01$). Esto pareciera de algún modo apoyar el supuesto que, frente a un AM altamente abstracto, hay mayor necesidad de utilizar analogías para introducir el nuevo tema y/o ilustrarlo.

Respecto del nivel de explicitación se observó que el 94,7% ($n=251$) de las analogías no son citadas o mencionadas como tales, mientras que sólo el 5,3% ($n=14$) de los casos analizados advierte al lector que la sección del texto es una analogía. De este modo, las analogías permanecen en un nivel implícito. Esto tiene consecuencias en el proceso que deben llevar adelante los y las estudiantes, dado que podrían no reconocer a las analogías como tales durante la lectura del texto, a menos que sean advertidos por su docente. Esto deriva en posibles inferencias erróneas y dificultades para comprender las ideas científicas asociadas al contenido del texto escolar (Fernández González, et al., 2004).

Por último, respecto del nivel de desarrollo, el 69,1% ($n=183$) de las analogías analizadas era sólo mencionada, o lo que Curtis y Reigeluth (1984) llaman analogías simples, mientras que sólo un 30,9% ($n=82$) era desarrollada o enriquecida. Es decir, sólo en un pequeño porcentaje se nombran los análogos, se dice qué aspectos son los que se deben comparar, qué elementos de uno se corresponden con los del otro, en qué aspectos los análogos no son comparables, etc.

Conclusión

Diversos autores (Harrison y Treagust, 1993; Oliva et al., 2001; Senac et al., 2005) han resaltado las posibilidades que las analogías brindan a la enseñanza de las ciencias.

Sin embargo, Glynn (1991, 1995) nos ha advertido sobre la necesidad de explorar los modos óptimos para su utilización a fin de conseguir los resultados deseados (i.e. potenciar el aprendizaje de los y las estudiantes y evitar aquellos efectos no deseados, como pueden serlo el generar concepciones erróneas).

Los resultados del presente estudio resultan coincidentes con algunas tendencias que ya se habían detectado en estudios previos tales como la predominancia de analogías que implican AB concretos para los AM abstractos (Day y Goldstone, 2012); el sesgo a que ambos análogos pertenezcan al mismo campo disciplinar (Loewenstein, 2010); el hecho de que no se explicita a las analogías en tanto herramienta para la comprensión (Fernández González et al., 2004); y que el desarrollo que se hace de ellas es pobre (Thiele et al., 1995).

Por otro lado, si bien la tendencia más fuerte en cuanto a los usos de las analogías en los textos también coincide con lo que ya se ha descrito, es decir, se las usa para introducir conceptos nuevos o ilustrarlo, es muy interesante que las analogías aparezcan con nuevas funciones tales como la generación de inferencias e hipótesis científicas.

Estos resultados destacan la necesidad de que autores y editoriales de los textos focalicen en la necesidad de optimizar el uso que se hace de estas herramientas para promover una mejora en la comprensión del contenido de la Biología. Por otro lado, también es importante para que orienten a docentes en la elección o no de un libro de texto, así como en relación con el trabajo que es factible y deseable hacer a partir de ellos. En base a algunas de las características que se han descrito, se pueden entender e incluso anticipar, las dificultades que pueden encontrar los y las estudiantes en sus aprendizajes.

Por último, si bien se han podido exponer las características de las analogías tal como aparecen en los libros de texto y a partir de ello se pueden inferir beneficios y dificultades de su utilización, esta mirada debe ser complementada con el análisis de cómo estas analogías se insertan en la planificación docente, en las clases y finalmente si resultan efectivas para la comprensión de estudiantes. Estas líneas constituyen el camino a recorrer en trabajos futuros.

Referencias bibliográficas¹

- Antokolec, P., De Francesco, V., Di Sciullo A., Figueroa, J., Florio, A., Fortunato, M. E., Harburguer, L., Haut, G., Kreimer, A. y Solís, M.J. (2013). *Biología para pensar. Origen, diversidad y evolución de los sistemas biológicos: del individuo al ecosistema*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Aristegui, R., Barderi, M.G., Cittadino, E.A., Cuniglio, F., Delmonte J.M., Fernández, E.M., Granieri, P.S., Morales, E., Rinaldi, M.C. y Schipani, F.V. (1997). *Ciencias Naturales 8*. Buenos Aires: Santillana EGB.
- Barderi, M.G., Carminati, A., Fernández Balboa, C.G., Franco, R. y Wall, L.G. (2005).

¹ Se distinguen los libros analizados con un asterisco para identificarlos.

- Biología 1: Las relaciones de los seres vivos entre sí y con su ambiente.* Buenos Aires: Santillana HOY.
- Barderi, M.G., Cuniglio, F., Fernández, E.M., Haut, G.E., López, A.B., Lotersztain, I. y Schipani, F.V. (2014). *Biología Polimodal: citología, anatomía y fisiología: genética, salud y enfermedad.* Buenos Aires: Santillana.
- Bravo Alvarez, M., Castañeda Pezo, P., Cisterna Alburquerque, D., Flores Prado, L., González Bergas, F., Manríquez Soto, G., Osorio Abarzúa, C. y Velásquez Opazo, E. (2007). *Biología II.* Santiago, Chile: Santillana.
- Campanario, J.M. y Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. En F. J. Perales Palacios, y P. Cañal de León. *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 323-338). España: Marfil.
- Ceccacci Sawicki, L., Portela M.P., Salica, M. y Olguín, M.V. (2020). Creencias y cogniciones de docentes sobre el uso que hacen de las analogías para la enseñanza de la Biología. Inédito.
- Curtis, R. y Reigeluth, C. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13(2): 99-117.
- Day, S.B. y Goldstone, R.L. (2012). Introduction to "New Conceptualizations of Transfer of Learning". *Educational Psychologist*, 47(3): 149-152
- De la Fuente, A.J. y Minervino, R.A. (2008). Pensamiento analógico. En M. Carretero y A. Mikel (Coord.). *Psicología del Pensamiento* (pp. 193-214). Madrid: Alianza.
- Dunbar, K. (2001). The analogical paradox: Why analogy is so easy in naturalistic settings, yet so difficult in the psychology laboratory. End D. Gentner, K. J., Holyoak, B. Kokinov. *Analogy: Perspectives from Cognitive Science.* Cambridge: M.I.T. Press.
- Fernández González, J., González González, B.M. y Moreno Jiménez, T. (2004). Consideraciones acerca de la investigación en analogías. *Estudios Fronterizos*, 5 (9): 79-105.
- 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.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical transfer. En S. Vosniadou y A. Ortony (Eds.). *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 199-241). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Gentner, D. y Markman, A.B. (1997). Mapeo de estructuras en analogía y similitud. *Psicólogo estadounidense*, 52(1): 45-56. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.1.45>
- Gentner, D. y Markman, A.B. (2006). Defining structural similarity. *The Journal of Cognitive Science*, 6: 1-20.
- Gentner, D. y Kurtz, K. (2006). Relations, objects, and the composition of analogies. *Cognitive Science*, 30: 609-642.
- Gick, M. y Holyoak, K. (1980). Analogical Problem Solving. *Cognitive Psychology*, 12: 306-356
- Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. En S. M. Glynn, R.H. Yeany y B.K. Britton (Eds.). *The Psychology of Learning Science* (pp. 219-269). New York, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates
- Glynn, S. (1995). Conceptual Bridges. Using analogies to explain scientific concepts.

- Science Teacher*, 62(9): 25-27.
- Glynn, S.M. y Takahashi, T. (1998). Learning from Analogy-Enhanced Science Text. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10): 1129-1149.
- González, I. y Zaragoza, G. (1985). Siglo y medio de libros de texto. *Cuadernos de pedagogía*, 122(13): 4-6.
- *Harburguer, L.V. (2008). *Biología para pensar: Interacciones, diversidad y cambios en los sistemas biológicos*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Harrison, A. y Treagust, D. (1993). Teaching with Analogies. A Case Study in Grade 10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10): 1291-1307.
- Holyoak, K.J. y Thagard, P.R. (1989). Analogical mapping by constraint satisfaction. *Cognitive Science*, 13: 295-355.
- Hummel, J.E. y Holyoak, K.J. (1997). Distributed representations of structure: A theory of analogical access and mapping. *Psychological Review*, 104: 427-466.
- Jiménez, J.D. (2000). El análisis de los libros de texto. En F. J. Perales Palacios y P. Caña de León. *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. (pp. 307-322), España: Marfil.
- Loewenstein, J. (2010). How one's hook is baited matters for catching an analogy. En B. Ross (Ed.). *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 53, pp. 149-182). San Diego, CA: Elsevier.
- Minervino, R.A., Trench, J.M. y Adrover, J.F. (2012). El desarrollo de la capacidad para transferir conocimiento a través del pensamiento analógico e inductivo. En M. Carretero y A. Castorina. *Desarrollo y Educación* (pp. 119-134). Buenos Aires: Paidós.
- Olguín, M.V., Trench, M. y Minervino, R. (2017). Attending to individual recipients' knowledge when generating persuasive analogies. *Journal of Cognitive Psychology*, 29(6): 755-768. <https://doi.org/10.1080/20445911.2017.1304942>.
- Oliva, J.M., Aragón, M.M., Mateo, J. y Bonat, M. (2001). Cambiando las concepciones y creencias del profesorado de ciencias en torno al uso de analogías. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 4(1).
- *Rodano, D., Rodríguez, M., Mateu, M. y Romeu, S. (2014). *Biología 2: Origen, evolución y continuidad de la vida*. Buenos Aires: Puerto de Palos.
- Shayer, M. y Adey, P. (1981). *Towards a science of science teaching*. Oxford, England: Heinemann Educational.
- Senac, A.M., Nagem, R.L. y Melo De Carvalho, E. (2005). Metodología de ensino com analogias: um estudo sobre a classificação dos animais. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(5).
- Terrazzan, E.A., Pimentel, N., Da Silva, L., Buske, R. y Amorim, M.A. (2005). Estudo das analogias utilizadas em coleções didáticas de Física, Química e Biologia. *Enseñanza de las ciencias*, número extra.
- Thagard, P. (2008). *La mente: Introducción a las ciencias cognitivas*. Madrid: Katz Editores.
- 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.
- Trench, M., Olguín, V., y Minervino, R. (2016). Seek, and Ye Shall Find: Differences Between Spontaneous and Voluntary Analogical Retrieval. *Quarterly Journal of Experimental*

Psychology, 69(4): 698-712. doi:10.1080/17470218.2015.1044543.
 Weisberg, R.W. (2006). *Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, innovation, and the arts*. Hoboken, N. J.: Wiley.

Anexo

| Libros de textos mencionados por los docentes e identificación de la frecuencia de uso | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------|----------------|------------|
| Editorial | Libros (N°). Nombre del Texto | Nivel Educativo | Año de Edición | Frecuencia |
| Kapelusz | 1. <i>Biología para pensar</i> | ES | 2008/2013 | 6 |
| | 2. Ciencias Naturales 8 | EGB 3 | 2001 | 1 |
| Aique | 3. Biología 1 | * | * | 3 |
| | 4. Biología 2 | * | * | 3 |
| | 5. Ciencias Naturales y Tecnología 8 | EGB 3er Ciclo | 2001 | 1 |
| | 6. Ciencias Naturales y Tecnología 9 | EGB 3er Ciclo | 2001 | 1 |
| 12 Orcas | 7. Biología 1 | ES 1° año | 2015 | 3 |
| | 8. Biología 2 | ES 2° año | 2016 | 4 |
| | 9. Biología 3 | ES 3° año | 2018 | 2 |
| Estrada | 10. * | * | * | 1 |
| Tinta Fresca | 11. * | * | * | 4 |
| Mandioca | 12. Biología 1 | * | 2017 | 3 |
| Puerto de Palos | 13. Ciencias Naturales 1: Activa | EGB 1 | 2013 | 2 |
| | 14. Ciencias Naturales 7: Activa | EGB 3 | 2003 | 4 |
| | 15. Ciencias Naturales 8: Activa | EGB 3 | 2001 | 3 |
| | 16. Ciencias Naturales 9: Activa | EGB 3 | 2001 | 3 |
| | 17. Biología 1: Activados | ES | 2014 | 5 |
| | 18. Biología 2: Activados | ES | 2014 | 7 |
| | 19. Biología 3: Activados | ES | 2014 | 3 |
| Santillana | 20. <i>Ciencias Naturales 1</i> | EGB: 1 | 2003 | 5 |
| | 21. Ciencias Naturales 2 | EGB: 1 | 2003 | 5 |
| | 22. <i>Ciencias Naturales 8</i> | EGB: 3 | 1997 | 6 |
| | 23. Ciencias Naturales 9 | EGB: 3 | 2003 | 5 |
| | 24. <i>Biología 1</i> | ESB:2/EPB | 2005 | 10 |
| | 25. <i>Biología 2</i> | ESB | 2007 | 10 |
| | 26. Biología | ES | * | 5 |
| 27. <i>Biología</i> Polimodal | Polimodal | 2014 | 6 | |
| Maipue | 28. Ambiente, desarrollo y sociedad | ES: 3er año | 2015 | 1 |
| | 29. Biología III | 3° ESB/EGB 9 | | 2 |
| SM | 30. Biología 1 | ES | 2015/2018 | 1 |
| | 31. Biología 2 | ES | 2016/2018 | 1 |
| Edelvives | 32. Biología 2 | ES: 3er año | 2016 | 1 |
| A-Z Editora | 33. Biología 8 | EGB: 3 | 1999/2002 | 1 |