

Creencias y cogniciones de docentes sobre el uso que hacen de las analogías para la enseñanza de la biología¹

Teachers' beliefs and cognitions about the use they make of analogies for teaching biology

Recibido
01 | 08 | 2020

Aceptado
20 | 12 | 2020

Publicado
30 | 06 | 2021

Luciana Ceccacci Sawicki

lucianaceccacci@yahoo.com.ar | <https://orcid.org/0000-0002-2569-2280>

María Paula Portela

ma.pau.portela@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-1282-7721>

Marcelo Salica

profchelofca@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-2652-0701>

Valeria Olguín

valeria.olguin@face.uncoma.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0003-1512-3081>

Facultad de Ciencias de la Educación - Universidad Nacional del Comahue. Argentina

RESUMEN

En la enseñanza de la Biología es frecuente que se recurra a la comparación del tópico novedoso a otro ya conocido por los/as estudiantes (i.e. analogía). En el presente trabajo nos interesó conocer las percepciones y cogniciones de los/as docentes de estas herramientas tanto cuando son utilizadas por ellos/as, como cuando surgen espontáneamente de los/as estudiantes. Se realizaron 10 entrevistas semiestructuradas a docentes de Biología de los primeros años de escuelas secundarias de la ciudad de Cipolletti. A partir de sus respuestas pudimos conocer que ellos/as consideran que las analogías son muy utilizadas en la enseñanza de su disciplina y en particular en los primeros años de escolaridad media. Creen que son de mucha utilidad, aunque advierten de algunos factores que pueden tanto potenciar como obstaculizar su efectividad. Señalan que las analogías cumplen diferentes funciones en la enseñanza, como presentar un tema nuevo o evaluar el aprendizaje. A diferencia de lo que plantean las teorías sobre el pensamiento analógico, la mayoría de las analogías que recordaron implican la comparación del tema novedoso a otro de un dominio o campo disciplinar diferente, lo que podría implicar que ellos/as realicen búsquedas esforzadas en sus memorias. Por último, si bien sostienen que sus estudiantes realizan frecuentemente analogías de manera espontánea, no pudieron ofrecer información más relevante. No obstante, estos resultados aportan un mayor conocimiento del pensamiento por analogía en la enseñanza de Biología, particularmente en relación con el proceso cognitivo del docente al utilizar este razonamiento.

Palabras clave: Enseñanza mediante analogías; Biología; Profesorado en Ciencias; Educación secundaria.

¹Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación C134 de la Universidad Nacional del Comahue y del Proyecto de Investigación de la Beca Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) de la primera autora.

ABSTRACT

In teaching and learning Biology it is frequent to resort to comparing a new topic to one already known by the students (i.e. analogy). In the present work, we were interested in knowing the teachers' perception and cognitions of these tools, both when they are used by them and when they arise spontaneously from the students. 10 semi-structured interviews were carried out with Biology teachers from the first years of secondary schools in the city of Cipolletti. From their answers we were able to know that they consider analogies to be widely used in teaching their discipline, in particular, in the first years of middle school. They believe that they are very useful, although they warn of some factors that can both enhance or hinder their effectiveness. They point out that analogies serve different functions in teaching, such as presenting a new topic or evaluating the learning process. Unlike the theories on analogical thinking, most of the analogies they recalled involve comparing the novel subject to another from a different domain or disciplinary field, which could imply that they carry out a voluntary search in their memory. Lastly, while they state that their students frequently make analogies spontaneously, they were unable to provide further information about them. The information collected contributes to a better understanding of analogical reasoning in teaching Biology, particularly in relation to the cognitive process of the teacher when using this reasoning.

Key words: Analogical teaching; Biology; Science teachers; High school education.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la enseñanza, las analogías son una herramienta que se utiliza con frecuencia para explicar conceptos abstractos (Duit, 1991) e incluso para generar cambios en las concepciones de los y las estudiantes (Clement, 2013). Establecer una analogía entre dos situaciones consiste en descubrir que los elementos que conforman una y otra se encuentran vinculados entre sí por sistemas idénticos o similares de relaciones y roles (Gentner, 1983; Holyoak, 1984). En ocasiones, este descubrimiento permite la transferencia inductiva de conocimientos desde una situación relativamente conocida, el *análogo base* (AB), hacia otra situación o *análogo meta* (AM) cuya comprensión nos interesa incrementar (Holyoak y Thagard, 1995). En la enseñanza de las Ciencias Naturales, y en particular en el caso que nos ocupa, la Biología, es frecuente que se recurra a la comparación de un tópico novedoso o AM (e.g. la célula) con otro ya conocido por el estudiante (e.g. una fábrica), que servirá como AB.

Además de los posibles efectos benéficos de las analogías, también se han realizado advertencias respecto al uso que se hace de las mismas. Duit (1991) ha señalado que pueden generar representaciones poco adecuadas o que obstaculicen nuevos aprendizajes. Esto sucede dado que las analogías tienen limitaciones y si hay concepciones erróneas en el AB éstas pueden trasladarse al AM. Por ello, la labor del docente con las analogías resulta fundamental en el éxito de la utilización de estas herramientas (Oliva et al., 2001).

El presente trabajo buscó un acercamiento a las percepciones y cogniciones que tienen los/as docentes de las analogías como herramienta para la enseñanza de la Biología, tanto cuando es utilizada por ellos mismos, como cuando surge espontáneamente por parte de sus estudiantes. Se espera con ello, generar conocimientos que permitan repensar las propuestas actuales de enseñanza mediante las mencionadas herramientas.

ANTECEDENTES

A partir de la década de los 80 del pasado siglo, distintos investigadores centraron su interés en el uso de las analogías y en el papel que éstas desempeñan en la enseñanza de las ciencias (como ejemplo de los trabajos pioneros véase Curtis y Reigeluth, 1984; Vosniadou y Schommer, 1987). Como producto de dicho interés, se han sugerido secuencias y recomendaciones para guiar al docente en el empleo de las analogías en la enseñanza (Duit, 1991, Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001; Glynn, 1994; Thagard, 1992, Raviolo y Garritz, 2007).

Entre las secuencias más conocidas y recomendadas probablemente se encuentra la propuesta realizada por Glynn (1994), que consta de seis pasos. El primero de ellos consiste en introducir el concepto novedoso o AM y el segundo en recordar a los/as estudiantes su conocimiento previo del AB. Se presentan de esta forma los dos análogos para luego, en un tercer momento, identificar los rasgos relevantes de cada uno. El cuarto paso consiste en realizar el establecimiento de correspondencias entre los análogos comparando los rasgos similares, y el quinto paso consiste en indicar las limitaciones de la analogía. Por último, el sexto paso implica sacar conclusiones a partir del trabajo realizado.

Particularmente en el ámbito de nuestro país, Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001), introdujeron la idea de modelo didáctico análogo con el objetivo de fortalecer los procesos de construcción del conocimiento científico en las clases de Ciencias Naturales. En línea con los aportes de Glynn (1994), esta noción constituye uno de los pilares metateóricos sobre los que se edifican las Ciencias Naturales (Garritz, 2010).

De manera llamativa, en las observaciones de clases de Física, Química, Biología realizadas por Treagust et al. (1992) se pudo visualizar que los docentes realizaban una baja cantidad de analogías, de poca elaboración, siendo igual la proporción de comparaciones simples (i.e. en las que no se hace explícito las correspondencias entre AB y AM y no se señalan puntos en los que la

analogía se rompa) y la de analogías enriquecidas (i.e. incluyen una asociación explícita y sus limitaciones) más allá de que al ser entrevistados los/as docentes acordaron que las analogías son útiles, así como en sus ventajas y desventajas. Dagher (1995) realizó un estudio con similar metodología y encontró que los/as docentes realizaron analogías de manera espontánea en las clases y su extensión y duración podía variar de acuerdo con la valoración que dichos docentes hicieran del tema. En raras ocasiones se pudo observar que los docentes evaluaran la comprensión que los/as estudiantes tenían del tema, y que éstos permanecían la mayor parte del tiempo en un rol de oyentes. En línea con estos trabajos, Frigo Ferraz y Terrazzan (2002) registraron las analogías que realizaron docentes de Biología en sus clases y encontraron que el uso que hicieron también fue espontáneo.

Esta divergencia entre las propuestas de los modelos de enseñanza mediante analogías y lo que efectivamente ocurre en las aulas, ha focalizado la atención de los investigadores en el papel del docente y en especial de sus creencias al respecto (Braga Mozzer y Justi, 2013; Oliva et al., 2001). Tal como señala Oliva (2008) se evidencia como necesaria la profundización en lo que él denomina conocimiento y habilidades profesionales deseables, para lo cual ha generado nuevas propuestas teóricas y de formación docente. Más aún, el pensamiento por analogía y el conocimiento profesional del profesorado de ciencias, son dos de los trece tópicos que Garritz (2010) proyecta como nuevas perspectivas en la enseñanza de las ciencias para el siglo XXI.

El presente trabajo se enmarca en la preocupación por dar una mirada más completa a este fenómeno, sumando los estudios del razonamiento mediante analogías realizados en el marco de la Psicología Cognitiva. Aportes que en muchos casos podrían considerarse ausentes en las propuestas anteriores. A partir de estos aportes, se puede pensar en las posibilidades, limitaciones y sesgos en el razonamiento que deben llevar adelante los/as docentes.

Gentner y Smith (2012) señalan que toda persona que razona mediante analogías lleva adelante un conjunto de procesos cognitivos comunes. Estos procesos son: a) recuperación: dado algún tema actual en la memoria de trabajo, una persona puede evocar una situación similar anterior de la memoria a largo plazo; b) establecimiento de correspondencias: dados dos casos presentes en la memoria de trabajo (ya sea a través de la recuperación de un análogo o simplemente al presentarse dos casos juntos), se alinean las representaciones y se proyectan inferencias de un análogo al otro; c) evaluación: una vez que el establecimiento de correspondencias se ha realizado, la analogía y sus inferencias son juzgadas.

De lo anterior se desprende que quien enseña mediante analogías realiza los procesos antes mencionados cuando por ejemplo se enfrenta a la tarea de enseñar un tema o situación novedosa. Retomando el conocido ejemplo de la enseñanza del concepto de célula, una vez que ese AM está activo en la memoria de trabajo del docente, éste deberá recuperar de su memoria de largo plazo un hecho análogo que sirva de base (representación de una fábrica). Dicho hecho o situación análoga puede provenir de un texto leído, de su propia experiencia, etc. Luego, cuando ambos análogos estén activos en la memoria de trabajo, ambas situaciones son emparejadas y los objetos y las relaciones son alineadas. En este caso, el/la docente deberá establecer las correspondencias entre los objetos y relaciones de los análogos: la dirección de la fábrica sería equiparable al núcleo, los generadores a las mitocondrias, la planta de procesado a los cloroplastos, etc. Recién en ese momento, luego de haber realizado todo el procesamiento descrito, podrá ofrecer la analogía a sus estudiantes.

Todos los procesos arriba narrados son llevados adelante en una mente que en términos de la Psicología Cognitiva corresponde a un sujeto con sesgos y límites en las posibilidades de competencia (Kahneman, 2012). Un gran número de investigaciones (para una revisión véase Loewenstein, 2010) han encontrado que nuestra mente pareciera tener cierta tendencia o sesgo a recuperar análogos superficialmente similares, pertenecientes a un mismo dominio de conocimiento, mientras que la recuperación de analogías sin similitudes superficiales sería mucho menos frecuente. En otras palabras, sería más probable que frente a un AM como la célula animal, el/la docente recupere como AB la célula vegetal y menos probable que recupere como AB la fábrica. Por su parte, el resto de los procesos posteriores a la recuperación de un análogo de la memoria de largo plazo (i.e. establecimiento de correspondencias, generación de inferencias, y evaluación de la analogía) conllevan también un procesamiento que también demanda recursos.

Tal como puede observarse en el recorrido ofrecido en este apartado, la enseñanza mediante analogías de las ciencias y especialmente de la Biología como campo de investigación, más allá de haber sido objeto de múltiples y diversas investigaciones, aún evidencia la necesidad de un mayor conocimiento a fin de repensar las propuestas de enseñanza a partir de las mencionadas herramientas. Por ello se consideró necesario conocer las creencias y cogniciones que sostienen las prácticas de los y las docentes. Con este fin se llevó adelante un estudio en el que se interrogó a 10 docentes de nivel medio de Biología sobre qué tipos de analogías utilizan, con qué frecuencia, con qué meta o función, qué valor les atribuyen, así como la percepción que tienen del uso que hacen sus estudiantes.

METODOLOGÍA

Participantes

La muestra fue de carácter no probabilística, por accesibilidad, y estuvo conformada por 10 docentes de Biología de seis escuelas de Nivel Medio de la ciudad de Cipolletti (Río Negro, Argentina). Los mismos participaron de manera voluntaria y anónima y se encontraban en el rango etario de 24 a 53 años. Eran en su mayoría del género femenino (80%), minoritariamente del masculino (20%) y poseían entre uno y 32 años de ejercicio en el cargo docente. En cuanto a su título profesional, un 30% eran Profesores en Biología (10% específicamente para nivel medio y superior), un 30% Profesores en Ciencias Naturales y el 40% restante profesionales de otras áreas relacionadas a la Biología (habilitados para enseñarla en nivel medio).

El criterio principal para la inclusión dentro de la investigación fue que estuvieran dando clases de Biología en primer año al momento de la entrevista o, en su defecto, el año anterior como plazo máximo.

De las escuelas que accedieron a participar, cinco de ellas eran de gestión pública y la restante de gestión privada. Las escuelas públicas estaban en un periodo de transición del plan de estudios de los Centros de Educación Media al nuevo plan de la Escuela Secundaria Rionegrina, por lo que convivían en ellas ambos sistemas. En la escuela de gestión privada se mantenía el plan de estudios de los Centros de Educación Media.

Procedimiento

En primer lugar, se tomó contacto con el/la o los/as docentes de cada uno de los equipos directivos de las escuelas, a quienes se les explicó en qué consistía la investigación. Se les pidió permiso para consultar a los/as profesores/as de Biología que trabajaran en la institución si deseaban participar en la entrevista. Una vez obtenido el permiso de la escuela, se habló directamente con cada profesor/a para explicarle brevemente el trabajo de investigación que se realizaría y la duración de la entrevista. Se acordó con cada uno de ellos/as un horario para realizar la misma en la escuela.

En el horario convenido se buscó, en cada caso, un espacio que estuviera vacío dentro de las instituciones y permitiera llevar a cabo la entrevista sin interrupciones. Al comenzar se recordó a cada profesor/a en qué consistía el trabajo de investigación y se explicó cómo sería la entrevista y su tiempo de duración aproximado. Se les dio a conocer la posibilidad de retirarse en cualquier momento y el carácter voluntario y anónimo de la participación. Todos los participantes dieron su consentimiento informado. Con el permiso de los/as entrevistados/as nueve entrevistas fueron grabadas y sólo en una de ellas se tomó notas dado que la entrevistada no accedió a la grabación. La administración de la entrevista semiestructurada fue individual y realizada de forma oral por el entrevistador.

Instrumento

A los fines de la presente investigación, se diseñó una entrevista semiestructurada. En un primer momento se indagaron datos sociodemográficos y laborales de los/as docentes, que incluían la edad, el género, el título que lo habilitaba a enseñar Biología, los años de ejercicio que llevaba en su enseñanza y los cursos en los que en ese momento se desempeñaba. El objetivo de esta indagación era conocer a los/as docentes interesados/as en participar y constatar que cumplieran con el criterio de inclusión establecido para formar parte de la muestra (haberse desempeñado como docentes de Biología o Ciencias Naturales en el periodo del último año).

Posteriormente, se les preguntó sobre el uso de analogías que ellos/as realizaban en la enseñanza de Biología. Se les pidió que recordaran situaciones en las que las hubieran utilizado en clase, que explicaran algunas y proporcionaran ejemplos de la utilización realizada.

Además, se les solicitó que evaluaran el grado de utilidad de las analogías en la enseñanza con una escala Likert (siendo 1 muy poco útil y 7 de mucha utilidad). Se les preguntó luego en qué casos consideraban que las analogías resultaban una herramienta útil y en cuáles encontraban que no lo eran.

Por último, se les interrogó sobre la producción espontánea de analogías por parte de sus estudiantes y se les pidió también que recordaran ejemplos de dicha producción.

Análisis de datos

Las entrevistas fueron desgrabadas y transcritas. Se elaboró una matriz de datos a partir de la cual se establecieron categorías que permitieron analizar las respuestas de los/as entrevistados/as, dicha matriz puede observarse en la Tabla 1. Una vez procesada la información, se continuó con la cuantificación de datos, establecimiento de referencias porcentuales y detección de tendencias predominantes. Finalmente, se procedió a la descripción y reflexión del material obtenido.

Tabla 1. Matriz para el análisis de las entrevistas

Reactivos	Min	Max	Mujeres	Hombres	Alfa
			Media	Media	
					.70
1. Creo que el día de una persona debe de planificarse por la mañana	1	5	2.94	3.07	
5. No me preocupa si las cosas no se hacen a tiempo	1	5	2.48	2.48	
11. Cuando quiero conseguir algo, me fijo unas metas y considero los medios para conseguirlo	1	5	4.09	3.97	
14. Preparar el trabajo para el día siguiente y cumplir con los plazos se antepone a la diversión de hoy...	1	5	2.98	3.12	
17. Me molesta llegar tarde a mis citas o compromisos	1	5	4.08	3.78	
18. Cumplo con las obligaciones para con mis amigos y jefes a tiempo	1	5	3.71	3.64	
19. Antes de tomar una decisión, valoro los costes y beneficios	1	5	3.71	3.57	
21. Cuando pienso en mis metas y las cosas que he hecho, me siento feliz por el proceso	1	5	3.87	3.87	
25. Termino mis proyectos a tiempo, avanzando de manera estable y continua	1	5	3.49	3.66	
26. Soy capaz de resistirme a las tentaciones cuando sé que hay trabajo que hacer	1	5	3.54	3.57	
29. Siempre habrá tiempo para ponerme al día en mi trabajo	1	5	3.30	3.50	

RESULTADOS

En relación con el **uso de las analogías**, un 80% de los/as docentes entrevistados/as afirmaron utilizar analogías en sus clases, mientras que el 20% restante dijeron no hacerlo o hacerlo muy poco. Uno de ellos, quien dijo que las utilizaba muy poco, aclaró que *“tendría que usarlas más. En el otro sistema las usaba más”* (E.9).

En cuanto a la **valoración de las analogías como herramienta para la enseñanza disciplinar**, la percepción de los/as docentes respecto del grado de utilidad de las analogías fue evaluada mediante una escala Likert de 1 a 7 (siendo 1 muy poco útiles y 7 de mucha utilidad). Un 80% las calificaron como muy útiles, mientras que el 20% restante optó por no responder.

La percepción que los y las docentes tienen de la utilidad pudo comprenderse mejor cuando se les hizo la pregunta *¿En qué ocasiones cree Ud. que las analogías resultan de mayor utilidad?* En su mayoría los/as entrevistados/as coincidieron en señalar que resultan de mayor utilidad cuando se presentan tópicos disciplinares que son novedosos o desconocidos para los/as estudiantes y que en algunos casos además son de gran abstracción. *“Cuando el chico está agarrando por primera vez algunos conceptos están muy buenas las analogías”* (E.6). *“Me parece super importante el hecho de las analogías, sobre todo en ciencias que hay muchos aspectos más abstractos, como traerlos a la realidad de algo cotidiano”* (E.1).

Además de introducir tópicos novedosos y explicar conceptos abstractos, algunos/as profesores/as señalaron otras de las funciones que las analogías cumplen en la enseñanza, como la posibilidad de evaluar el proceso de aprendizaje de los/as estudiantes “...ahí [cuando se aplica la analogía] podés ver si está bien aplicada o no y podés interactuar bien con el alumno” (E.2), “... les tomé como evaluación que ellos hagan en una maqueta una analogía de ese proceso biológico [ósmosis], lo trasladen a un hecho cotidiano” (E.1). En algunos casos encontraron que las analogías también son de utilidad para corregir algún concepto mal aprendido “... para reforzar algún conocimiento que les cuesta o por ahí han aprendido las cosas mal y bueno, entonces uno tiene que insistir con varias analogías para que corrijan eso que tienen mal los alumnos” (E.6).

Por otro lado, señalaron algunas razones por las cuales se las utiliza. Resaltaron que la principal razón por la que las analogías pueden ayudar es porque facilitan la transmisión de los temas a trabajar y potencian la comprensión. “[Las analogías son de utilidad] también cuando hay dificultades, por ahí lo vieron, pero no comprendieron bien algo” (E.6), “Cuando el grado de complejidad es mayor me parece mejor la analogía porque el chico tiene que pensar más para poder aplicarla...” (E.2). A su vez, concordaron en que para ayudar a la comprensión es importante partir del conocimiento que ya poseen los estudiantes. En ese sentido, un entrevistado afirmó “Creo que es muy importante, porque comparas, por ejemplo, desde lo cotidiano y al chico lo haces llegar mucho [más lejos] en cuanto a conocimiento, con el tema que vos querés que aprenda” (E.7).

A su vez se les preguntó *¿En qué ocasiones o casos cree Ud que no resultan de utilidad?* Un 40% de los/as docentes ubicó su valoración en el extremo positivo: manifestó que las analogías siempre les resultan una herramienta útil. En el extremo opuesto, una docente entrevistada (correspondiente al 10% de la muestra) sostuvo que nunca son de utilidad, dado que a su parecer no son comprendidas por los/as alumnos/as. Mientras que un 50% hizo mención de que su utilización depende de varios factores. En primer lugar, del grado de complejidad y tangibilidad del concepto, dado que ante conceptos muy simples o tangibles las analogías serían innecesarias y los ejemplos funcionarían mejor como herramienta. Una entrevistada afirma que son de utilidad “Cuando el fenómeno biológico es muy abstracto, porque [cuando] algo es más tangible y se pueden dar ejemplos desde algo más cotidiano, no me parece tan necesaria la analogía” (E.1). Además, otro factor podría ser la edad de los estudiantes y su apertura a las analogías. “Cuando estás hablando de un 1er año donde el chico no tiene la mente todavía ágil para pensar en hacer una analogía, porque todavía no tiene desarrollada esa capacidad de pensamiento, es mejor el ejemplo” (E.2). Un tercer factor sería el modo en que las analogías son utilizadas. Al respecto, una docente manifestó “No es útil cuando no sabemos usarlas” (E.9) y otro docente dijo “... a veces los chicos se aferran a la analogía como que eso es así y realmente no es así porque la ciencia es dinámica... a veces ellos lo toman como una verdad universal” (E.6).

Cuando se les pidió a los/as entrevistados/as que den ejemplos de las analogías que usaban, se obtuvo un total de 25 respuestas, siendo 19 de ellas casos de analogías y las restantes fueron categorizadas como ejemplos, modelos o comparaciones que no implican eventos comparados, por tanto, no fueron consideradas como analogías y no recibieron ningún análisis posterior. Se clasificaron los 19 ejemplares según el **tipo de analogía**. Las analogías que aportaron los/as entrevistados/as de sus propias clases fueron en mayor medida analogías en las cuales los análogos pertenecían a campos semánticos diferentes (79%), es decir, analogías interdominio. Mientras que sólo el 21% fueron del mismo campo semántico (intradominio).

Una de las analogías interdominio (i.e. que implicó la comparación de análogos pertenecientes a dominios de conocimiento distantes) que describió un profesor, fue la comparación entre el organismo y un sweater. El organismo está compuesto por células, que sumadas conforman un tejido, a su vez la suma de tejidos conforma un órgano, y así sucesivamente. Esta organización no es observable a simple vista, por lo que para explicar este concepto el profesor utilizó como análogo base un sweater. En el sweater las fibras de algodón se unen para formar un hilo y de la misma forma se unen las células conformando tejidos. Al mismo tiempo, esos hilos conformados se unen para formar una manga de un sweater, y los tejidos sumados conforman órganos. Al construir dos mangas, un cuello y el torso se combinan para formar un sweater, así como los diferentes órganos se combinan conformando un sistema (E.5).

Otra analogía clasificada como interdominio, implicó la comparación entre un ecosistema y el aula. En la naturaleza, los ecosistemas se organizan en comunidades, conformadas por subgrupos

de especies, que interactúan entre ellas y con el medio ambiente. Además, en ocasiones, suelen introducirse nuevas especies exóticas que conllevan un cambio en el ecosistema. Para explicar este concepto, se recurrió a la comparación con el espacio áulico, en el que el conjunto de alumnos podría compararse con una comunidad. A su vez, los pequeños subgrupos de alumnos serían equiparables a las especies que interactúan. Asimismo, cuando un alumno nuevo ingresa al grado, este hecho sería análogo a la introducción de una nueva especie a la comunidad (E.3).

Por último, un ejemplo de analogía intradominio dada en una de las entrevistas compara la difusión del humo en el ambiente con la difusión de otros gases. En una habitación, al fumar un cigarrillo, el humo se concentra alrededor del que lo emite, pero después, una persona que esté en el otro extremo de la habitación va a sentir el olor porque ese humo se difunde. A partir de este análogo base se explica la difusión de gases como el dióxido de carbono y el oxígeno que son gases que no pueden percibirse. De la misma forma en que el humo se difunde por el espacio, el oxígeno puede estar concentrado en un punto y luego se va difundiendo en la habitación (E.6).

Por otro lado, en cuanto a la **percepción de la producción de analogías por parte de estudiantes**, los/as docentes sostuvieron que los/as estudiantes realizan analogías en un esfuerzo por conocer temas nuevos o cuando intentan explicar un concepto corroborando su comprensión. El 20% de los/as entrevistados/as plantea que los/as estudiantes no producen sus propias analogías. *“No, casi ya no sucede eso [producción de analogías por parte de estudiantes], generalmente es el docente el que tiene que llevar al alumno. No se interesa por algo el alumno por sí solo.”* (E.4). Mientras que el 80% afirma que sí hay producción de analogías por parte de los/as estudiantes, aunque concuerdan en señalar que no ocurre con frecuencia entre los/as alumnos/as de los primeros años. También mencionan que, en ocasiones, las analogías que producen no son adecuadas para explicar el concepto o muestran errores en la comprensión del tema. De todas formas, los/as docentes mostraron dificultad para recuperar y exponer las situaciones de producción de analogías por parte de los/as estudiantes, sólo el 20% recordó un ejemplo de tal situación.

En uno de los casos, un estudiante hizo una analogía entre la célula y el aula. Tanto en una como en otra, hay diferentes elementos que cumplen cada uno su función. De esta manera, se comparó el funcionamiento de la puerta del aula, que permite el ingreso y egreso del recreo a los estudiantes, con las proteínas presentes en la célula que permiten la entrada y salida de sustancias (E.1).

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El presente trabajo buscó un acercamiento a las percepciones y cogniciones que tienen los/as docentes de las analogías como herramienta para la enseñanza de la Biología, tanto cuando es utilizada por ellos mismos, como cuando surge espontáneamente por parte de sus estudiantes.

Las analogías, en tanto herramienta para la enseñanza de las ciencias en general y de la Biología en particular, son de uso extendido. Tal como sostienen Duit (1991) y Thagard (1992) nuestros/as entrevistados/as coincidieron en que las analogías son para ellos un recurso de uso muy frecuente. La valoración que hicieron de dicha herramienta fue en líneas generales muy positiva. Sin embargo, señalaron factores y/o condiciones en las que las analogías son de mayor utilidad, en concordancia con Glynn (1994), Galagovsky y Greco (2009) y Gallarreta et al. (2009). Uno de dichos factores lo constituyen las características del contenido disciplinar, es decir de los AM, tales como el grado de novedad que presenta a los estudiantes y su abstracción. Esto mismo ha sido detectado por Else, Ramírez y Clement (2002) que señalan que dado el tiempo y el esfuerzo cognitivo que implica explicar y comprender una analogía es conveniente reservarlas para conceptos que no son accesibles mediante experiencia o discusión e inferencia. Un segundo factor, relativo al AB, lo constituyó su potencialidad cuando es un conocimiento que ya tienen los/as estudiantes de sus experiencias cotidianas, de aprendizajes escolares anteriores, etc., al igual que lo advierte Thagard (1992). Como tercer factor, los/as entrevistados/as mencionaron las posibilidades de razonamiento (más o menos abstracto) que tienen los/as estudiantes. Por último, los/as docentes refirieron, tal como lo hace Glynn (1994), que la utilidad de las analogías depende de cómo se las use. En

ocasiones, puede que el uso de analogías represente un obstáculo si no se trabaja con ellas correctamente. Tal como señalan Felipe, Gallarreta y Merino (2006), el empleo extensivo de analogías y modelos en la enseñanza de las ciencias de manera pasiva (sin analizar su papel, naturaleza, limitaciones y fortalezas), puede conducir al estudiante a la percepción de las analogías como el centro de lo que debe aprender y no como una herramienta para la comprensión.

Las analogías que los/as docentes entrevistados recuerdan utilizar en sus clases son mayormente analogías que comparan dos temas o tópicos de campos semánticos distantes, es decir, de tipo interdominio (De la Fuente y Minervino, 2008). Este hallazgo llama la atención ya que la literatura (Loewenstein, 2010) supone que la recuperación de casos análogos de la memoria de largo plazo es guiada por el sesgo a recuperar casos parecidos superficialmente. Esto implicaría que, para poder presentar una analogía a sus estudiantes, los/as docentes deben vencer dicho sesgo superficialista que los llevaría a proponer analogías que impliquen comparaciones entre temas provenientes de la Biología, es decir, de tipo intradominio. Tal actividad o procesamiento es altamente demandante, en cuanto a recursos cognitivos, ya que como señalan Trench, Olguín y Minervino (2015), se debe realizar una búsqueda estratégica o controlada de casos análogos en memoria de largo plazo. En otras palabras, frente a una situación meta, los/as docentes deben hacer búsquedas en su memoria saliendo de su propio campo de experticia, lo que le implicaría procesos cognitivos de mayor demanda. Estos resultados se oponen a los hallazgos tradicionales dentro del campo del pensamiento analógico (e.g. De la fuente y Minervino, 2008; Dunbar, 2001) pero cobran pleno sentido cuando nuestros/as entrevistados/as lo relacionan a la necesidad de acercarse a los saberes de sus estudiantes. En este sentido, Dagher (1995) propone que las analogías que los/as profesores presentan se encuentran estrechamente relacionadas con sus estimaciones, preocupaciones, conocimiento pedagógico, y con la finalidad de que resulten herramientas atractivas para sus alumnos.

Este proceso claramente exige mucho esfuerzo cognitivo al docente y de alguna manera puede explicar la razón por la cual se descuidan los momentos posteriores en que debería acompañarse al estudiante en la comparación de los análogos, la detección de concepciones erróneas, etc.

Con relación a las analogías que nuestros/as entrevistados/as recuerdan de sus estudiantes, resulta llamativo que, si bien ellos/as afirman que sus estudiantes sí realizan analogías durante las clases, no pudieron dar mayores detalles ni precisiones sobre ellas. Plantean que las realizan para corroborar su comprensión y en un esfuerzo por comprender. En este sentido Wong (1993) sostiene que los estudiantes al generar y evaluar sus propias analogías pueden hacer que una situación nueva se torne familiar, representar un problema usando conocimiento previo y estimular el pensamiento abstracto sobre la estructura común. Por tanto, las analogías generadas por los propios estudiantes podrían ser una herramienta muy valiosa para potenciar el aprendizaje, y dado su valor, en futuros trabajos nos proponemos indagar mediante otras estrategias la producción de analogías por parte de estudiantes.

En los resultados de la presente indagación se ha podido observar que al momento de solicitar a los/as docentes que reflexionen acerca de los usos que realizan de las analogías, estos no logran describirlas con suficiente claridad.

CONCLUSIÓN

Las analogías han sido estudiadas como herramienta para la enseñanza de las ciencias, y en particular de la Biología durante los últimos 40 años. Sin embargo, el campo de estudio se encuentra lejos de estar agotado en tanto siguen pendientes de respuesta los interrogantes sobre cómo potenciar los efectos benéficos de las analogías y evitar los posibles efectos adversos. Los resultados aquí expuestos replican en gran parte lo que ya han señalado otros autores (Dagher, 1995; Frigo Ferraz y Terrazan, 2002; Treagust, et al., 1992) de que más allá de que los/as docentes conozcan y valoren la enseñanza mediante analogías, lo que ocurre efectivamente en las aulas se aparta de los decálogos, secuencias y recomendaciones.

Cabe suponer que una de las razones por las cuales nos encontramos en el estado actual de la cuestión se debe a que la investigación que se ha hecho desde la didáctica de las ciencias y la que se ha realizado en el marco de la Psicología Cognitiva no han confluído en la comprensión de las preguntas que nos ocupan.

El aporte principal de este trabajo resulta entonces, en considerar que los modelos de enseñanzas de las ciencias mediante analogías no pueden seguir siendo pensados y puestos a prueba al margen de una mayor comprensión de quien debe llevar adelante dichas secuencias. Tampoco puede tomarse al docente como un sujeto que razona en el vacío, o en otras palabras guiado solamente por tendencias propias del sistema, como lo ha considerado la Psicología Cognitiva, en su vertiente más clásica (Gomila, 2009). Según hemos podido inferir, el contexto y la meta que tienen enfrente los docentes cuando intentan utilizar las analogías, juegan un rol muy importante en su razonamiento.

Es en este punto que resulta especialmente importante que la mirada sobre el/la docente deba considerar diversos niveles de análisis. Por un lado, tal como señala (Oliva et al., 2001; 2008) los conocimientos disciplinares y los saberes procedimentales, pero por otro, sus creencias y cogniciones, sus posibilidades y limitaciones de razonamiento y todo en ello en palabras de Gentner y Smith (2012) en escenarios y tiempos reales. Consideramos que este trabajo ha resultado una primera aproximación en este sentido, pero que en el futuro se deberá seguir profundizando a fin de poder generar los cambios e innovación que se requiere en la educación científica.

Por último, como limitación del trabajo, podemos señalar que, con la herramienta de indagación elegida no pudimos acceder a la óptica de los/as estudiantes, lo que constituye otra de las vías a seguir indagando a fin de tener una mirada que contemple la complejidad de lo que ocurre en la enseñanza mediante analogías.

REFERENCIAS

1. Braga Mozzer, N. y Justi, R. “A elaboração de analogias como um processo que favorece a expressão de concepções de professores de Química”. *Educaciónquímica*, 24 (Extra 1), 2013, pp.163-173.
2. Clement, J. “Roles for Explanatory Models and Analogies in Conceptual Change”. En S. Vosniadou (Ed.) *International handbook of research on conceptual change*, Segunda edición. New York: Routledge, 2013, pp. 412-446.
3. Curtis, R. y Reigeluth, C. “The use of analogies in written text”. *Instructional Science*, 13 (2). 1984, pp. 99-117.
4. Dagher, Z. “Analysis of analogies used by science teachers”. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (3). 1995, pp. 259-270.
5. De la Fuente, J. y Minervino, R. A. “Pensamiento analógico”. En Carretero, M. y Asensio, M. (coord.) *Psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza. 2008, pp. 193- 214.
6. Duit, R. “On the role of analogies and metaphors in learning science”. *Science Education*, 75. 1991, pp. 649-672.
7. Dunbar, K. “The analogical paradox: Why analogy is so easy in naturalistic settings, yet so difficult in the psychology laboratory?” En Gentner, D., Holyoak, K.J. and Kokinov, B.N., Eds., *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*. The MIT Press, Cambridge, 2001 pp. 313-334.
8. Else M. J., Ramírez M. A. y Clement J. “When are analogies the right tool? A look at the strategic use of analogies in teaching cellular respiration to middle-school students”. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. DiBiase y B.A. Crawford (Eds.). *Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*. Charlotte, North Carolina. 2002.
9. Felipe, A.; Gallarreta, S. y Merino, G. “Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias. Ejemplos en biología del desarrollo”. *Revista Iberoamericana De Educación*, 37(6). 2006, pp. 1-10.
10. Frigo Ferraz, D. y Terrazzan, E. “O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica”. *Pesquisa em Educação em Ciências*, Ensaio 4(2). 2002, pp. 115-129.
11. Galagovsky, L. R. y Adúriz-Bravo, A. “Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico”. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 2001, pp. 231-242.
12. Galagovsky, L. R. y Greco, M. “Uso de analogías para el “aprendizaje sustentable”: El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos y sus propiedades emergentes”. *Revista Electrónica De Investigación en Educación en Ciencias*, Año 4 Nro. Especial 1. 2009.
13. Gallarreta, S.; Pomar, A.; Felipe, A. y Merino, G. “Mapeo guiado realizado por estudiantes de ciclo básico del nivel secundario basado en analogías auto-generadas”. *II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Actas, II (2), La Plata. 2009, pp. 118-124.
14. Garritz, A. “La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados”. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 2010, pp. 315-326.
- Gentner, D. “Structure-mapping: A theoretical framework for analogy”. *Cognitive Science*, 7, 1983, pp. 155-170.
15. Gentner, D. y Smith, L. “Analogical reasoning”. En Ramachandran, V. S. (Ed.) *Encyclopedia of Human Behavior* (2nd Ed.). Oxford, UK: Elsevier. 2012, pp. 130-136.
16. Glynn, S. “Teaching Science With Analogies: A Strategy for Teachers and Textbook Authors”. *National Reading Research*, ReportN° 15, 1994.

17. Gomila, A. "Cambio de marcha en ciencia cognitiva: Ciencia corpórea". *Ciencia Cognitiva: Revista Electrónica de Divulgación*, 3, 2009, pp. 49-51.
18. Holyoak, K. J. "Analogical thinking and human intelligence". *Advances in the psychology of human intelligence*, 2, 1984, pp. 199-230.
19. Holyoak, K. J., y Thagard, P. R. *Mental Leaps: Analogy in Creative Thought*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.
20. Kahneman, D. *Pensar rápido, pensar despacio*. Buenos Aires: Debate. 2012.
21. Loewenstein, J. "How one's hook is baited matters for catching an analogy". En B. Ross (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation*, 53. Londres: Elsevier. 2010, pp. 149-182.
22. Oliva, J. M. "Qué conocimientos profesionales deberíamos tener los profesores de ciencias sobre el uso de analogías". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(1), 2008, pp. 15-28. http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen5/Numero_5_1/Oliva_2008.pdf
23. Oliva, J. M.; Aragón, M. M.; Mateo, J. y Bonat, M. "Cambiano las concepciones y creencias del profesorado de ciencias en torno al uso de analogías". *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 4(1). 2001. <http://web.archive.org/web/20041221204258/www.aufop.org/publica/reifp/articulo.asp?pid=206&docid=1057>.
24. Raviolo, A. y Garritz, A. "Uso de analogías en la enseñanza de la química: necesidad de elaborar decálogos e inventarios". *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 51, 2007, pp. 28-39.
25. Thagard, P. "Analogy, explanation and education". *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6). 1992, pp. 537-544.
26. Treagust, D.; Duit, R.; Joslin, P. y Lindauer, I. "Science teachers' use of analogies: Observations from classroom practice". *International Journal of Science Education*, 14(4). 1992, pp. 413-422.
27. Trench, M., Olguín, V., y Minervino, R. "Seek, and Ye Shall Find: Differences Between Spontaneous and Voluntary Analogical Retrieval". *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(4), 2015, pp. 698-712.
28. Vosniadou, S. y Schommer, M. "Explanatory analogies can help children acquire information from expository text". *Journal of Educational Psychology*, 80 (4). 1988, pp. 524-536.
29. Wong, D. E. "Self-Generated Analogies as a Tool for Constructing and Evaluating Explanations of Scientific Phenomena". *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 30, No. 4, 1993, pp. 367-380.