

El rol de las analogías que construyen los alumnos durante el aprendizaje de la biología evolutiva

Gastón Pérez¹, Alma Adrianna Gómez Galindo² y Leonardo González Galli³

^{1,3}Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC). Intendente Güiraldes 2160 - Ciudad Universitaria - CP: 1428. Buenos Aires, Argentina.

²Unidad Monterrey, Cinvestav. México

¹gastonperezbio@gmail.com

Resumen

Uno de los modos de razonamiento más estudiados es el analógico. En este los sujetos comparan similitudes entre un dominio que intentan conocer y otro dominio que conocen. El trabajo aquí presentado se centra en el análisis de los datos obtenidos a partir de una secuencia didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos para la construcción de los modelos de selección natural y especiación alopátrica. Nos detendremos particularmente en el rol que ocupan las analogías que construyen los estudiantes de nivel medio. Concluimos que las analogías que utilizan los estudiantes para dar sentido a fenómenos evolutivos, y en las que se basan algunos de los obstáculos epistemológicos, pueden dificultar o facilitar el aprendizaje de los modelos escolares evolutivos.

Palabras clave: Analogías, Modelización, Enseñanza de la evolución, Antropomorfismo.

Introducción

La enseñanza y el aprendizaje de la biología evolutiva se enfrenta a numerosas dificultades, entre ellas las concepciones alternativas de los estudiantes, las religiosas que impiden la aceptación de los modelos evolutivos o las epistemológicas intuitivas, así mismo el vocabulario utilizado que en la vida cotidiana posee un significado contrario al erudito y los obstáculos epistemológicos que subyacen a las concepciones, entre otras.

Una línea de investigación, que se constituye en una posible respuesta a algunas de estas dificultades, es la modelización escolar. Sustentada en una epistemología semanticista, pone el foco en la construcción de modelos por parte de los estudiantes que les permitan explicar y actuar sobre el mundo que los rodea.

En este trabajo caracterizaremos el rol que cumplen las analogías que construyen estudiantes de nivel medio en los procesos de modelización escolar durante la construcción de los modelos de selección natural y especiación alopátrica.

Referentes Teóricos

El razonamiento analógico de los sujetos

Para entender el mundo en el que viven y desenvolverse en él, los sujetos están predispuestos a utilizar un razonamiento analógico (Glynn et al., 1994; Marcelos y Nagem, 2010; Nersessian, 2002; Oliva-Martínez y Aragón-Méndez, 2009).

Las analogías son recursos que involucran la comparación explícita entre dos situaciones, similares entre sí en algunos aspectos. Una de estas situaciones es conocida por los sujetos, lo que permite establecer relaciones de similitud y dar sentido a la nueva situación que se está por conocer. Por ejemplo la selección artificial y la selección natural usada por Darwin o los proyectiles y la luna por Newton (gravitación universal).

Según Glynn et al. (1994) los sujetos suelen utilizar analogías de manera automática e inconsciente. En la escuela expresiones como "Es lo mismo que...", "Es cómo...", "No es diferente a...", "En comparación a..." son expresiones que se corresponden con la necesidad de ofrecer una analogía para explicar.

Para autores como Oliva-Martínez y Aragón-Méndez (2009) la elaboración y evolución de los modelos de los alumnos es consecuencia de la evolución cognitiva que resulta de la interacción entre sus modelos mentales y las versiones didácticas de los modelos científicos. Así el razonamiento analógico es un recurso fundamental que permiten al alumno construir conocimientos en un dominio dado a partir de su comprensión sobre otro que resulta para él mejor conocido y más familiar. Se construye a partir de lo que se sabe y se conoce.

Sin embargo el uso de analogías a veces es complicado, ya que muchas veces el análogo no provee de una completa analogía para el fenómeno del dominio que se desea entender. En este sentido es que los sujetos desarman el fenómeno para que cada parte pueda conectarse mapeándose analógicamente con diferentes analogías. Así los estudiantes recurren a múltiples analogías al construir sus modelos explicativos del fenómeno (Oliva-Martínez y Aragón-Méndez, 2009).

Además de la transferencia de similitudes de un dominio al otro, se esperaría que también se transfieran las limitaciones que posee el dominio conocido para explicar el dominio a conocer. Estas limitaciones, en interacción con las restricciones del dominio a conocer, conducen a la construcción de modelos (Nersessian, 2002). Sin embargo esto no suele ocurrir en las clases de ciencia causando confusión en los estudiantes o malos entendidos (Glynn et al., 1994).

Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza de la biología evolutiva

Una de las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la biología evolutiva son los obstáculos epistemológicos, formas de pensar generales que suelen subyacer a las concepciones alternativas más comunes de los sujetos (González Galli y Meinardi, 2015).

Estos modos de pensar presentan tres características: (1) Son funcionales dado que permiten a los sujetos explicar el mundo que los rodea; (2) son transversales dado que las expresiones de estos obstáculos no se circunscriben a un único dominio del conocimiento; (3) son conflictivos en tanto permiten explicar los mismos hechos del mundo que, desde la enseñanza formal, requerimos que los estudiantes expliquen con los modelos construidos en el aula.

Por ejemplo el pensamiento antropomórfico correspondería a un obstáculo epistemológico. Implica atribuir cualidades o rasgos humanos a otros sistemas naturales o no naturales. Esta forma de pensar se basa en una analogía entre los humanos y el resto de los seres vivos u objetos inanimados, confiriéndoles poder de razonamiento, sensaciones o deseos. Podemos inferir que el antropomorfismo subyace a expresiones de los estudiantes como "Los leones se volvieron sociables porque se dieron cuenta de que necesitaban juntarse para cazar" o "El planeta Tierra se defiende de las agresiones antropogénicas".

Estas representaciones antropomórficas funcionan como restricciones para interpretar los fenómenos biológicos, particularmente los evolutivos, en tanto que impiden comprender que el proceso evolutivo no está guiado por ningún agente intencional y que los distintos niveles de organización tienen sus propias cualidades. Como contrapunto conceptual se espera que los estudiantes comprendan que solo algunos rasgos son compartidos por los humanos y los organismos no humanos.

El lenguaje antropomórfico es parte de muchos contextos por los que atraviesan los estudiantes, incluidas las clases de ciencias (Kallery y Psillos, 2004). Aunque en general se señala el antropomorfismo como una forma de pensamiento erróneo, algunos autores (ver Kallery y Psillos (2004) señalan que no hay un acuerdo sobre si el uso del antropomorfismo es útil o no en las clases de ciencias y si esto puede traer algún perjuicio en la comprensión de los conceptos.

Aspectos Metodológicos

Este trabajo es parte del análisis de los resultados de la implementación de una secuencia didáctica basada en la modelización y en la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. La misma es el instrumento central para la toma de datos de la tesis doctoral del primer autor, que tiene como objetivo caracterizar los procesos de modelización durante el aprendizaje de los modelos de evolución por selección natural y especiación alopátrica y, la influencia en este proceso de la metacognición y de los obstáculos epistemológicos.

La secuencia didáctica se llevó a cabo con 72 estudiantes (de aproximadamente 15 años) de una escuela de nivel medio de gestión pública de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Su duración fue de tres meses. Se recolectaron respuestas escritas, dibujos y esquemas conceptuales realizados por los estudiantes, grabaciones de audio de las discusiones grupales y puestas en común de las actividades llevadas a cabo, así como entrevistas al finalizar la secuencia didáctica. En este trabajo se analiza solo una parte de los datos colectados, a partir de una perspectiva cualitativa interpretativa.

Resultados

En este trabajo nuestro objetivo es caracterizar el rol que ocupan las analogías propuestas por los estudiantes en los procesos de modelización de la biología evolutiva. Para ello definimos algunas categorías de análisis que ilustraremos con ejemplos empíricos obtenidos en la implementación de la secuencia didáctica.

Categoría: Razonamiento centrado en el individuo

Los estudiantes conciben las explicaciones sobre los procesos de una escala supra-individual recurriendo a un razonamiento basado en la escala individual. Esto implicaría una analogía entre los procesos y elementos de un nivel superior con los procesos y elementos de un nivel inferior. Esta forma de razonamiento, basada en una analogía, además se constituye en un obstáculo epistemológico (González Galli y Meinardi, 2015).

En el cuadro 1 se muestra una discusión de los estudiantes donde se pone en juego esta analogía. Los alumnos estaban discutiendo qué pasaría a través del tiempo con una población de lobos de color oscuro en un ambiente de bosque nevado. Para dar sentido a este caso Agustina utiliza como análogo del lobo otro ser vivo que parece conocer: el dálmata. Sin embargo, esta analogía impide la correcta construcción y comprensión del modelo de selección natural, dado que un proceso a nivel poblacional, como el que tenían que discutir, se está explicando a partir del cambio individual.

Cuadro 1. Transcripción de la discusión grupal del grupo 1 en la actividad 6.

Candela: ¿Estamos decididos? Ustedes no dicen que se muere. Nosotros decimos que se muere.

Agustina: ¿Podemos decir que se muere?

Olivia: ¿Pero por qué?

Candela: Porque no se puede adaptar y no se puede camuflar en el ambiente y lo cazan ¿cómo le va a cambiar el pelo?

Olivia: no, por el ambiente.

[...]

Agustina: Para mí se le cambia el pelo.

Olivia: Para mí también chicos.

Agustina: Sí además, tipo, por ahí nació marrón pero si los dos papás son blancos por ahí después se le va cambiando con el tiempo. Vos viste que los dálmatas nacen blancos y después les salen manchas. Qué se yo. Por ahí después cambia el lobo, no se muere.

En el siguiente ejemplo los estudiantes debían explicar un caso de especiación alopátrica. Ramiro (Cuadro 2), da significado a la generación de nuevas especies (proceso supra-individual) a través de considerar que la nueva especie es producto de una mutación (proceso individual) y de que la especie posee una capacidad reproductiva como la de un individuo. En este caso el estudiante estaría analogando un proceso supra-individual con un proceso individual, sin tener en cuenta las limitaciones.

Cuadro 2. Respuesta de Ramiro a la actividad 14.2.

Al haber una división en las islas, capaz en las de las islas hubo una alteración [genética] y nació una nueva especie y luego ese individuo se reprodujo con otro y fueron haciendo nuevas especies. Y luego en las islas de la costa fue sucediendo lo mismo.

Categoría: Razonamiento antropomórfico

Para la construcción de sus argumentos con relación a la evolución los estudiantes utilizan un razonamiento antropomórfico. Esta forma de razonar subyace a dos concepciones que los estudiantes utilizan durante la construcción del modelo: (1) Un organismo no puede elegir las características físicas con las que nacer (argumento contra la necesidad) y (2) existe una restricción en cuanto a las características físicas que se pueden heredar (Heredabilidad restringida).

Con respecto al “argumento contra la necesidad” nos encontramos que tras él suelen aparecer analogías con el humano, particularmente con respecto a la elección de caracteres. En la puesta en común (Cuadro 3), la analogía con el humano permite dotar de sentido la nueva información y acomodarla al modelo que se está construyendo.

Cuadro 3. Transcripción de la puesta en común de la actividad 7.

Ramiro: ¿Puedo dar un ejemplo?

Chiara: ¡No puede elegir las características físicas!

Docente: Hay algo importante que dice acá Chiara. El individuo, o sea el perro, el perro este que va a nacer no puede elegir las características que va a tener.

Cecilia: Claro, no las elige, puede o no tener patas largas.

Lara: Y le permite sobrevivir al perro.

Ramiro: ¿Puedo dar un ejemplo? Que no sé si está correcto.

Docente: Dale.

Ramiro: Es como las personas ¿Cómo van a sobrevivir estando en un bosque? No es que va a crecer más por estar sobreviviendo en un bosque ¿Está bien?

Podemos inferir de la puesta en común que el “argumento contra la necesidad” permite a los estudiantes concebir otra posible explicación basada en el origen de las variantes al azar, que aparece, tras la expresión de Chiara, en estudiantes como Cecilia o Lara.

En el caso de la “heredabilidad restringida”, también la analogía con el humano permite construir elementos del modelo en relación con la herencia. Durante una discusión sobre los tipos de características que podrían heredarse (físicas, sociales, psicológicas, etc.) Lara propone el hecho de que las cicatrices adquiridas durante la vida del organismo no pueden heredarse (Cuadro 4).

Cuadro 4. Transcripción de la puesta en común de la actividad 4.

Docente: ¿Las cicatrices se heredarían?

Giuliana: No

Lía: No. Bah, no sé.

Docente: Bueno ¿Por qué no?

Lara: Bueno porque si yo me hago una cicatriz acá, mi hijo no va a nacer con esa cicatriz.

Lía: porque no alteran el código genético.

Docente: ¿Se entiende lo que está haciendo acá Lara, no? Ella lo que está diciendo es, si lo comparo conmigo que soy humana y me hago una cicatriz en la cara mi hijo o mi hija no me va a salir con esa cicatriz ¿no?

En el ejemplo del cuadro 4 la analogía implica la comparación entre la experiencia propia (cicatrices en la cara) con el caso de la heredabilidad de las cicatrices en otros organismos. En las transcripciones nos encontramos con otras comparaciones que por cuestiones de espacio solo mencionaremos, como por ejemplo entre los reyes y reinas conocidas por los estudiantes y la heredabilidad del rango social de los organismos.

Categoría: Consciencia sobre el uso de analogías

Mientras resuelve la tarea el estudiante compara lo que está haciendo con algo que ya hizo o conoce. Además es consciente de esta habilidad.

Por ejemplo, en el cuadro 5 se muestra una discusión grupal durante el desarrollo de una actividad. Aquí Olivia recurre a la analogía para dar sentido a la discusión que están llevando a cabo con Candela. Inferimos que lo hace de manera explícita cuando le indica a su compañera “Pensá”.

Cuadro 5. Transcripción de la discusión grupal del grupo 1 en la actividad 8C.

Olivia (Lee la consigna a discutir): "En el ambiente nevado, donde los lobos tenían pelaje oscuro, cada lobo nuevo que nacía se acostumbraba y desarrollaba pelaje más claro dado que éste le servía en ese nuevo ambiente para no ser detectado por sus presas. A través de muchas generaciones los lobos que antes eran marrones ahora son blancos".

Candela: Para mí el lobo, el ser vivo, no puede cambiar su pelaje.

Olivia: Para mí tampoco. ¿o sí? él nos había dicho que sí ¿no? Con Agus estábamos ¿o no?

Candela: Eso fue justo el día que estábamos como divididos dos y dos. Para mí van cambiando el pelo a través de las generaciones como pusimos recién. Pero un lobo nace con pelo oscuro y no pasa a tener pelo blanco.

Olivia: No, no... Pero puede ser que sí.

Candela: ¿Cómo?

Olivia: No sé. Por los cambios climáticos. O sea, ya lo vimos en la otra, en esto. En esto decía que cambió el pelo... Cambios climáticos ¿entendés? No sé qué cambia. No sé si eso está bien o mal. Tipo, no sé ¿puede ser?

Candela: Para mí no puede. ¿Un lobo vivo? O sea puede cambiar la especie con el tiempo por lo que pusimos.

Olivia: Pero o sea, pensá. ¿Viste que hay animales que sí cambian el pelo? No sé cuáles son.

Candela: Sí, porque se les cae y después les vuelve a salir pero del mismo color. O sea no tenés pelo oscuro y pasás a tener el pelo claro porque vivís en la nieve.

Olivia: ¡Sí! Hasta una persona cambia el pelo. Tipo de chiquito podés nacer con el pelo rubio y cuando sos más grande tenés el pelo morocho. O sea esas cosas no sé por qué pasan, pero pasan.

La conciencia en el uso de las analogías además puede vislumbrarse en dos actividades diferentes: "Actividad de pensamiento en voz alta" y "checklist". En la primera de ellas, un estudiante debía resolver un problema aplicando el modelo de selección natural y explicitando verbalmente todos los pasos que iba llevando a cabo para resolverlo. Otro estudiante se encargaba de registrar lo verbalizado. En el cuadro 6, Lía registra cómo su compañero es consciente de que compara el problema que debe resolver con el problema anterior resuelto. En la segunda actividad, el "checklist", los estudiantes debían reflexionar sobre las estrategias puestas en juego durante la realización de ciertas actividades. Varios grupos indicaron que al realizar las actividades "Completamos con los conocimientos que ya sabemos".

Cuadro 6. Registro de la observación de Lía a otro compañero en la actividad de pensamiento en voz alta.

Lee el problema 2 en voz alta. Lo compara con el problema 1. No sabe si escribirlo. Primero lo copia, escribe lo que cree que está bien [...]

Conclusiones

Al menos dos obstáculos epistemológicos que influyen en la construcción de los modelos evolutivos, se caracterizan por estar basados en analogías que los estudiantes utilizan para dar sentido a los procesos evolutivos. En función de lo expuesto proponemos que dichas analogías pueden cumplir roles contrapuestos en la construcción de modelos, en nuestro caso de selección natural y especiación alopátrica. Por un lado, pueden dificultar la construcción del modelo como el "Razonamiento centrado en el individuo". Esta analogía entre procesos de diferentes niveles de organización, complejiza el entendimiento de los modelos evolutivos. Por otro lado, el "Razonamiento antropomórfico" parecería abonar a una buena construcción de los modelos evolutivos, como un modo de argumentar las posturas adoptadas sobre la heredabilidad de los caracteres.

Consideramos que en todos los casos la consciencia del uso de analogías que utilizan los estudiantes fomentaría una regulación de las mismas, lo que redundaría en una mejora en la construcción de los modelos.

Finalmente podemos decir que el trabajo no se agota aquí, sino que surgen nuevos interrogantes cómo ¿Qué otras analogías dificultan y cuáles facilitan la construcción de modelos en biología evolutiva? ¿Qué tipos de actividades facilitarían la consciencia del alumno sobre las limitaciones de las analogías, como la puesta en juego en el razonamiento centrado en el individuo?

Referencias Bibliográficas

- Glynn, S.; Law, M.; Gibson, N. y Hawkins, C. (1994). *Teaching Science with Analogies: A Resource for Teachers and Textbook Authors*. Washington: National Reading Research Center.
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação*, 21 (1), 101-122.
- Kallery, M. y Psillos, D. (2004). Anthropomorphism and animism in early years science: Why teachers use them, how they conceptualise them and what are their views on their use. *Research in Science Education*, 34 (3), 291-311.
- Marcelos, M. y Nagem, R. (2010). Comparative structural models of similarities and differences between vehicle and target in order to teach Darwinian evolution. *Science & Education*, 19 (6-8): 599-623.
- Nersessian, N. (2002). The cognitive basis of model-based reasoning in science. En

Carruthers, P., Stich, S. y Siegal, M. (Eds.), *The cognitive basis of science* (pp. 133-153). Cambridge: Cambridge University Press.

Oliva-Martínez, J. M., y Aragón-Méndez, M. (2009). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2): 195-208.