



Actividades centradas en obstáculos para enseñar el modelo de evolución por selección natural

Activities centred on the obstacles to teach the evolution model by natural selection

Leonardo González Galli, Andrea Revel Chion y Elsa Meinardi

Grupo de Didáctica de la Biología. CEFIEC-Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. limggalli@yahoo.com.ar

Resumen

En este artículo presentamos cuatro actividades para enseñar el modelo de evolución por selección natural, dirigidas a estudiantes de nivel medio. Nuestro objetivo es desestabilizar el pensamiento finalista que podría funcionar como un obstáculo para la comprensión del modelo. La implementación de esta unidad didáctica ha mostrado que se trata de un instrumento eficaz para que los estudiantes expliciten y cuestionen sus representaciones en relación con el tema.

Palabras clave: evolución, modelo de selección natural, obstáculos.

Abstract

Four activities for the teaching of the evolution model by natural selection aimed at secondary school students are presented in this article. Our goal is to destabilize the finalist thought that might function as an obstacle for the understanding of the model. The implementation of this didactic unit has shown that this is an effective tool that helps the students to explain and question their representations in relation to the topic.

Keywords: evolution, natural selection model, obstacles.

Introducción

En este artículo presentamos cuatro actividades centradas en obstáculos, para enseñar el modelo de evolución por selección natural a alumnos de escuela media. Estas actividades son parte de una unidad didáctica más amplia (incluye un total de siete propuestas) que fue implementada en dos cursos de cuarto año de secundaria en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Sin embargo las actividades también podrían llevarse a cabo en cualquier año de secundaria en que se enseñe el tema de selección natural. Los obstáculos son construcciones personales funcionales (permiten dar sentido a ciertos fenómenos) y transversales, es decir, no están limitados a un contenido específico. Así, distintas ideas pueden ser la expresión de un mismo obstáculo (Astolfi, 1999). Las actividades que presentamos tienen como objetivo específico la desestabilización del pensamiento finalista que, según una hipótesis que guía la investigación de uno de los autores (González Galli), constituye uno de los obstáculos más

importantes para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural (González Galli y Meinardi, 2006).

Cuando los estudiantes intentan aplicar el modelo de selección natural en la resolución de los problemas, se observa que un aspecto muy difícil de comprender es la naturaleza de las mutaciones genéticas. Una de las dificultades radica en identificar qué mutaciones pueden ser relevantes (esto es, aquellas que tienen lugar en las gametas) para el proceso de selección natural. Otra dificultad importante se relaciona con el carácter aleatorio (al azar) de las mutaciones, ya que esta característica contradice la idea finalista según la cual todo lo que sucede en los organismos obedece a alguna finalidad o, lo que es lo mismo, tiene alguna función. Así, el hecho de que la probabilidad de que un organismo sufra una mutación sea totalmente independiente de los efectos que produce dicha mutación resulta muy difícil de aceptar para muchos estudiantes (para la mayoría de las personas en general). En el desarrollo de las acti-

vidades que presentamos, una estudiante manifestó que esta idea le parecía extraña porque “la naturaleza no hace nada porque sí”. La distinción entre características adquiridas y no adquiridas también implica ciertas dificultades rara vez señaladas en la literatura. Por ejemplo, los estudiantes suelen pensar que todas las características de origen genético son heredables. La aparición de un lunar en la piel puede ser un buen ejemplo de una característica adquirida, genética y no heredable.

Las actividades 1, 2 y 3 que presentamos aquí buscan hacer explícitas y desestabilizar estas representaciones asociadas al concepto de mutación. La actividad 4 forma parte de la etapa final de la unidad didáctica, es posterior a la introducción del modelo de evolución por selección natural y a la identificación del pensamiento finalista como un obstáculo y busca que los estudiantes desarrollen una “vigilancia del pensamiento” (Peterfalvi, 2001) en relación con el pensamiento finalista a través de la identificación de sus expresiones. Antes de realizar esta actividad acordamos con los alumnos el significado del término “finalista”. Entendemos por “finalista” toda explicación que recurre a fines, metas o propósitos para dar cuenta de la evolución de un rasgo. Utilizamos como indicadores de las explicaciones finalistas expresiones tales como “...se adaptaron o desarrollaron una característica para...”, “...tuvieron que adaptarse o desarrollar una característica...” y “... desarrollaron (perdieron) una característica porque la necesitaban (no la necesitaban)...”. Nos centramos en el finalismo en las explicaciones evolutivas, dejando de lado la cuestión de su validez en las explicaciones funcionales (“las aves tienen alas para volar”), que merecen un tratamiento aparte.

Actividades

A continuación enunciamos las actividades en el formato en que fueron presentadas a los estudiantes.

Actividad 1. ¿Qué es un “mutante”?

- ¿Qué personajes son presentados en las películas como “mutantes”? ¿Qué características tienen estos personajes, según estas películas, y qué hizo que se volvieran “mutantes”?

- Las siguientes páginas muestran el comienzo del cómic *El Increíble Hulk* (de Stan Lee y Jack Kirby, n° 1, mayo de 1962) en el que se relata cómo el científico David Banner se volvió “mutante”. ¿Cómo podrías cambiar la historia para que sea correcta desde el punto de vista científico manteniendo el final (la aparición de un “mutante”)?
- Lean el siguiente texto extraído de un libro escrito por un especialista en genética (Castro y col., 2007): “... dos individuos (humanos) nunca son genéticamente idénticos exceptuando los gemelos. Esta variabilidad se genera continuamente por mutación, es decir por los fallos del mecanismo que tiene por misión copiar la información contenida en los genes de un ser vivo para su posterior transmisión a la generación siguiente. Tal fenómeno (la mutación) es raro en lo que respecta a un gen concreto, ocurriendo alrededor de una de cada cien mil veces que un gen se copia, pero si se considera la dotación genética de un individuo en su conjunto todos somos por término medio portadores de una mutación y, por tanto, en cualquier población aparecerán en cada generación al menos tantas mutaciones como individuos la componen.”

¿Este texto es contradictorio con la imagen de mutantes que dan las películas y que mencionaste en la pregunta a? ¿En qué se parecen y en qué se diferencian?

- ¿A partir de lo que aprendiste en las clases sobre genética, podrías decir en qué aspectos la idea de mutación que transmiten las

¹. Los alumnos leen las primeras páginas del cómic *El Increíble Hulk* editado recientemente en la Nueva Biblioteca Clarín de la Historieta (Lee y Kirby, 2007). En este fragmento se relata cómo el Dr. Bruce Banner es accidentalmente expuesto a los “misteriosos rayos gamma” durante la prueba de una nueva arma, la “bomba G”. El científico sale aparentemente indemne del accidente pero pronto comprueba que los rayos gamma lo han modificado, confiriéndole notables poderes que se manifiestan cuando se irrita, circunstancia en las que se convierte en el famoso monstruo verde. Este fragmento termina cuando Banner se convierte por primera vez en Hulk. Esta historieta puede reemplazarse por cualquiera de las muchas historietas o películas en las que aparecen “mutantes” con características semejantes

películas y el cómic es incorrecta desde el punto de vista científico?

Actividad 2. ¿Heredado o adquirido?

Leé la siguiente descripción y completá el cuadro:

“El pelo de Juan es de color negro intenso, al igual que sus ojos. Sus labios son finos y su nariz es pequeña y está algo torcida gracias a un

golpe que sufrió jugando a la pelota cuando era chico. Sus piernas son muy musculosas debido a la costumbre de andar dos horas en bicicleta todos los días. Tiene un lunar en el hombro izquierdo que le apareció después del último verano, como consecuencia de una mutación sufrida por alguna de las células de su piel, según le explicó el médico mientras lo retaba por su imprudencia al exponerse tanto al sol.”

| Característica | La heredó de sus padres (característica heredada) | La adquirió durante su vida (característica adquirida) | La podría heredar sus hijos |
|----------------------|---|--|-----------------------------|
| Color negro del pelo | X | | X |
| Color negro de ojos | X | | X |
| Nariz pequeña | X | | X |
| Nariz torcida | | X | |
| Piernas musculosas | | X | |
| Lunar en el hombro | | X | |
| Labios finos | X | | X |

Actividad 3. Bacterias, antibióticos y mutaciones:

Daniela y Marcelo tienen faringitis, una enfermedad producida por una bacteria llamada *Clamidia*. La mayoría de estas bacterias son sensibles al antibiótico amoxicilina (se mueren con él), pero también hay algunas bacterias resistentes debido a que tienen una mutación en sus genes. Esta mutación resultaría muy ventajosa para las bacterias que infectaron a Daniela, que está tomando amoxicilina porque se lo recetó el médico, pero no para las que infectaron a Marcelo, que no toma remedios porque confió en curarse solo. ¿Pensás que es más probable que la mutación que hace resistentes a las clamidias ocurra en las bacterias de Daniela o en las de Marcelo? ¿Por qué?

Actividad 4. El finalismo: un error muy común².

Los siguientes textos fueron extraídos de libros de biología o de sitios web. Leélos y respondé las preguntas:

² Hemos señalado las respuestas consideradas correctas con una “X” y las expresiones indicadoras de finalismo en *italica* en los textos B y C. En el caso C son varias las expresiones finalistas. En primer lugar, la “naturaleza” aparece personificada como un agente intencional responsable de la adaptación. Por otro lado, aparece la idea de necesidad en la expresión “debió adaptarse” y, finalmente, se afirma (implícitamente) que la finalidad de la adaptación de las llamas es que estas cumplan un “papel” como animal de transporte al servicio del hombre.

Las ballenas y delfines se originaron a partir de mamíferos terrestres. A lo largo de su evolución estos animales han sufrido modificaciones en sus patas delanteras, de modo que actualmente tienen la forma de aletas que les resultan de gran utilidad para nadar.

Si utilizáramos un nuevo insecticida para combatir a las cucarachas *estas desarrollarían defensas para* compensar los efectos del nuevo insecticida, de modo que pronto todas serían resistentes al mismo.

La llama *ha sido dotada por la naturaleza* con las cualidades más apropiadas *para* el medio en que vive. *Debió adaptarse a* un clima muy rudo *para desempeñar* en los Andes *el mismo papel* del animal de transporte que tiene el reno en las estepas heladas y el camello en el desierto africano.

Si utilizáramos un nuevo insecticida para combatir las cucarachas, después de un tiempo la mayoría sería resistente ya que sólo las que tenían alguna capacidad de compensar los efectos del insecticida lograrían sobrevivir a la primera aplicación.

Completá el siguiente cuadro:

| Texto | NO FINALISTA | FINALISTA |
|-------|--------------|-----------|
| A | X | |
| B | | X |
| C | | X |
| D | X | |

¿Cómo reconociste las explicaciones finalistas?

- Elegí alguno de los textos finalistas y escribí otro texto que explique lo mismo pero de un modo no finalista.

Conclusiones

Para el desarrollo de las actividades proponemos una modalidad de trabajo que implique primero una instancia individual, luego en pequeños grupos y finalmente una puesta en común general. Esta dinámica favorece la explicitación y contrastación de la ideas y, con ello, el conflicto sociocognitivo.

Nuestra experiencia sugiere que a pesar de que el concepto de mutación y otros relacionados hayan sido abordados en las clases de genética (que suelen preceder a las de evolución), persisten numerosas representaciones erróneas. Por ejemplo, para muchos estudiantes un carácter “dominante” es tomado como sinónimo de “ventajoso”, por lo que suponen que el aumento en la frecuencia de una variante en una población puede explicarse asumiendo que el rasgo en cuestión pasó de ser “recesivo” a ser “dominante”.

Bibliografía

- Astolfi, P. 2002. *Aprender en la escuela*. Santiago de Chile: Dolmen.
- Astolfi, P. 1999. *El “error”, un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.
- Castro, L., López-Fanjul, C. y Toro, M. 2004. *A la sombra de Darwin*. Madrid: Siglo XXI.
- González Galli, L y Meinardi, E. 2006. Obstacles in the learning of natural selection. 6th ERI-DOB (European Researchers in Didactics of Biology) conference. Londres, Reino Unido.

Las actividades presentadas nos han permitido sacar a la luz y cuestionar muchas de estas representaciones. Así, por ejemplo, en la actividad 2 muchos alumnos consideraron que el lunar del hombro será heredado por los hijos ya que “es genético” y en la discusión de la actividad 3 algunos estudiantes mencionaron que la probabilidad de que ocurra la mutación es mayor en presencia del antibiótico, lo que revela un pensamiento finalista. Éste no sólo se manifiesta en relación con el concepto de mutación; muchos “modelos sintéticos” (Vosniadou, 2006) construidos por los estudiantes conservan un carácter finalista. Por ejemplo, algunos entienden que las mutaciones se producen “al azar” pero creen que sólo aquellas que son ventajosas son efectivamente heredadas por la descendencia. Las actividades que aquí presentamos facilitan la explicitación y la desestabilización de algunas de estas representaciones. Creemos que la consideración de los obstáculos (el pensamiento finalista en este caso) es una potente guía para la elección de objetivos de aprendizaje y el diseño de actividades de enseñanza. Esta es la idea central del concepto de “objetivo-obstáculo” (Astolfi, 2002), que orienta muchas investigaciones recientes en didáctica de las ciencias naturales.

- Lee, S. y Kirby, J. 2007. *El increíble Hulk N°1* (edición original de 1962). Nueva Biblioteca Clarín de la Historieta.
- Mayr, E. 2006. *Por qué es única la biología*. Buenos Aires: Katz Editores.
- Peterfalvi, B. 2001. Identificación de los obstáculos por parte de los alumnos. En Camilloni, A. (comp.). *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Barcelona: Gedisa.
- Vosniadou, S. 2006. Investigaciones sobre el cambio conceptual: direcciones futuras y de vanguardia. En Schnotz, W., Vosniadou, S. y Carretero, M. (comps.), *Cambio conceptual y educación*. Buenos Aires: Aique.