

Sherlock Holmes resuelve un enigma en la Pampa húmeda: propuesta para el aprendizaje integrado de tópicos de biología y epistemología

Manuel Alonso¹, Cristina Ambrosini², Carlos A. Stella³

Universidad de Buenos Aires, ¹Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Biológicas, ²Ciclo Básico Común, Departamento de Introducción al Pensamiento Científico, ³Facultad de Medicina, Departamento de Bioquímica Humana. Buenos Aires, Argentina.
manuel.alonso@uba.ar; cristinaambrosini@gmail.com; cstella@fmed.uba.ar

Resumen

Presentamos una propuesta didáctica, mediada por una historia detectivesca producida *ad hoc*, ambientada a finales del siglo XIX en nuestro país. El objetivo se focaliza en motivar y facilitar el aprendizaje de las posiciones del falsacionismo simple y sofisticado, junto con los contenidos de la biología que plantea el caso. Está dirigida a estudiantes que cursan asignaturas como Biología, Química y Epistemología, en los primeros años de sus carreras universitarias. Se trabaja en el análisis del modelo planteado para la resolución del misterio, a partir de las interpretaciones epistemológicas referidas.

Palabras clave: falsacionismo simple, falsacionismo sofisticado, modelos científicos, abordajes epistemológicos, enseñanza de las ciencias.

Introducción

El objetivo de esta propuesta didáctica se focaliza en motivar y facilitar el aprendizaje integrado de la epistemología con las ciencias biológicas. Para ello, a partir de las interpretaciones del falsacionismo simple y sofisticado, se analiza el modelo científico planteado para la resolución de un misterio concerniente a las ciencias biológicas, focalizado en la hemoglobina, el transporte de oxígeno, y las reacciones redox. Se propone discutir de qué modo dentro de una posición epistemológica, el falsacionismo simple —que supera lo hegemónico hasta ese momento—, una posición posterior, el falsacionismo sofisticado —que representa una visión historicista—, da pie a elaboraciones más finas acerca de los procesos de cambios de teorías. De este modo, se puede ver cómo una misma situación puede dar lugar a distintos argumentos de justificación.

La propuesta está dirigida a estudiantes que cursan asignaturas como Biología, Química y Epistemología, en los primeros años de sus carreras universitarias, a quienes ubica en los debates actuales, tanto desde la biología como desde las distintas versiones epistemológicas.

Un cuento para el choque de posturas epistemológicas

La historia se ubica a finales del siglo XIX, en la Pampa Argentina, donde el ganado está muriendo, presuntamente envenenado. Las autoridades nacionales sospechan del coronel Moriarty, y deciden llamar al famoso detective Sherlock Holmes. Holmes infiere que los animales han sido alimentados con nitratos y nitritos que alteran

la "función de la sangre". Decide, entonces, suministrarles azul de metileno y, así, evita la muerte del ganado.

Actividades propuestas

1. *Lectura del cuento*

Se propone la lectura y el análisis del cuento para responder: a) ¿Cuál es el contexto histórico?, b) ¿Cuál es la teoría de Moriarty para explicar la muerte del ganado?, c) ¿Cómo interpreta Holmes los hechos y por qué utiliza el azul de metileno?

2. *Interpretación del cuento desde la biología y la epistemología*

2.1 La interpretación de Holmes (la mirada desde biológica)

Debido al "color chocolate" de su sangre y sus mucosas, las vacas están siendo envenenadas con nitratos y nitritos. Para impedirlo, les administra azul de metileno. A esta interpretación, se le puede agregar la información que la bioquímica ha producido tiempo después. Los nitratos son transformados en amoníaco por la flora microbiana de animal con un paso intermedio, la formación de nitritos. Éstos oxidan el hierro de la hemoglobina, que se transforma en metahemoglobina, incapaz de transportar oxígeno y que produce la llamada "cianosis chocolate". El efecto se revierte con el suministro de azul de metileno que reduce el hierro férrico y lo convierte nuevamente en ferroso (Champe et al. 2007; Martínez Marín y Sánchez, 2001).

2.2 Análisis desde la epistemología: dos versiones del falsacionismo (Ambrosini y Beraldi, 2018)

Pregunta 1: Frente a la evidencia de que las vacas no mueren, ¿cómo podría Moriarty establecer que su hipótesis no es incorrecta, sino que se introdujo un factor externo que él desconocía? Pregunta 2: Frente a la misma evidencia ¿cómo podría Holmes afirmar que su hipótesis es correcta, y que con el azul de metileno se recuperan?

a) Posición falsacionista de Karl Popper

Respuesta 1: como no mueren, se puede refutar la hipótesis de que "el nitrato y el nitrito envenenan la sangre de las vacas". Dada la hipótesis (H) "los nitratos y nitritos envenenan la sangre", se deduce una consecuencia observacional (CO): las vacas que ingieren nitratos y nitritos mueren al poco tiempo. La evidencia empírica muestra que no se cumple la CO. Deductivamente se extrae la conclusión de que estos compuestos no envenenan la sangre. La forma lógica del argumento es el *Modus Tollendo Tollens*: $p \supset q$, $\neg q$; por tanto, $\neg p$. Desde el falsacionismo, el único argumento válido es el que afirma la refutación de la hipótesis.

Respuesta 2: no ha sido verificado que el azul de metileno es el agente que evita la muerte de las vacas, porque la teoría provisionalmente aceptada nunca deja de ser una conjetura. Se identifica a este argumento como "*falacia de afirmación del consecuente*": $p \supset q$, q ; por tanto, p . La teoría no fue verificada, sino que aún no ha sido falsada.

2.2 Posición falsacionista sofisticada de Lakatos

Propone un “cinturón protector” alrededor del “núcleo duro” del “programa de investigación científica”, e intenta asimilar el planteo historicista de Kuhn.

Respuesta 1: dado que las vacas no murieron pese a suministrarles los nitratos y nitritos, Moriarty puede desviar la falsación a la intervención de alguna otra condición todavía no conocida, pero que puede conjeturar. Acompaña a la hipótesis principal con hipótesis auxiliares e incluso hipótesis *ad hoc*, que pueden salvarla de ser falsada: (H principal y H1 auxiliar, H2 auxiliar) \supset CO, -CO; por lo tanto, -(H1 o H2 auxiliar). Por ejemplo, puede especular que alguien inyectó un antídoto a su veneno.

Respuesta 2: debido a la administración de azul de metileno, las vacas no mueren envenenadas. “El programa de investigación científica” en el que está Holmes, es progresivo; permite lograr resultados positivos en el campo empírico. No obstante, podría aparecer algún programa novedoso que refute su teoría o que amplíe la base empírica —por ejemplo, desentrañar el efecto bioquímico del azul de metileno—. Este aspecto puede abordarse desde los conocimientos actuales de la biología (apartado 2.1).

Reflexiones finales

La historia de misterio elaborada *ad hoc*, en primer lugar, motiva a los estudiantes al enfrentarse con una situación que puede captar su atención y curiosidad (Alonso et al. 2020; Basso et al., 2018), y los lleva a viajar con su imaginación por la historia de la ciencia y la actividad científica. Además, incorpora los tópicos necesarios para un análisis desde las perspectivas del conocimiento que se pretende aprender. En este caso, desde la epistemología, el falsacionismo simple y el sofisticado y, desde la biología, los procesos de óxido reducción, el transporte de oxígeno de la hemoglobina y el papel de esta proteína en la fisiología del organismo. Asimismo, muestra que la puesta a prueba una hipótesis no es tan simple; de hecho, de ser así muchas de las mejores teorías aceptadas habrían muerto a poco de nacer.

Referencias bibliográficas

- Ambrosini, C. y Beraldi, G. (2018). *Pensar la ciencia hoy. La epistemología entre teorías, modelos y valores*. Educando.
- Alonso, M., Ambrosini, C. y Stella, C. (2020). Un cuento de misterio, el equilibrio de Hardy-Weinberg y la abducción: entre la adivinación y el olfato para inventar hipótesis. *Revista de Educación en Biología*, Núm. Extraordinario, 1: 387-393
<http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/issue/view/1>
- Basso, A, Chiorri, C, Bracco, F., Carnasciali, M. M., Alloisio M. & Grotti, M. (2018). Improving the interest of high-school students toward chemistry by crime scene investigation *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 558-566
- Champe, P. C., Harvey R. A. y Ferrier D. R. (2007). *Bioquímica*. Wolters Kluwer.
- Martínez Marín, A. L. y Sánchez Cárdenas, J. F. (2001). Efectos del nitrato en la alimentación de rumiantes. *Mundo ganadero*, 131, 58-63. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_2001_131_58_63.pdf