

OPINIÓN

La historia de la ciencia y la enseñanza de la biología*

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Presidente de la Asociación Brasileira de Filosofía. e Historia de la Biología (ABFHiB)
E-mail: lacpm@bluebottle.com

BREVE PRÓLOGO DEL TRADUCTOR

La presente traducción de una interesante y necesaria disertación de la distinguida Dra. Lilian Al-Chueyr Pereira Martins, Bióloga e Historiadora de la Ciencia, tiene por finalidad difundir las cuestiones que en la misma se plantean, y aunque originalmente -como se observará al final del mismo- se encauza hacia el contexto de su país Brasil, es un aporte importante al respecto de lo concerniente a la dinámica y la difusión/divulgación de los sucesos históricos de la ciencia que debe ser conocido por todos los que de alguna forma somos parte del mundo del conocimiento científico en Biología y relativos.

INTRODUCCIÓN

La Historia de la Ciencia puede ser empleada como herramienta didáctica provechosa, la cual puede contribuir a tornar la enseñanza de la ciencia a nivel de educación secundaria más interesante facilitando su aprendizaje. Esto puede ser aplicado tanto a la enseñanza de la biología como a la de otras disciplinas. La Historia de la Ciencia puede hacer aún más por la enseñanza, por ejemplo:

- a) Mostrar a través de episodios históricos el proceso gradual y lento de la construcción del conocimiento, permitiendo que se tenga una visión más concreta de la naturaleza real de la ciencia, sus métodos, sus limitaciones. Esto posibilitará la formación de un espíritu crítico haciendo que el conocimiento científico sea desmitificado sin que esto signifique mellar su valía.

Así, el estudio de la Historia de la Ciencia debe evitar que se adopte una visión ingenua (o arrogante) de la ciencia, en el sentido de la ciencia como una “verdad absoluta” o de “aquello que fue probado”, de algo eterno e inmutable, construida por genios que jamás cometen errores y esporádicamente por algunos tontos que se equivocan completamente. Por otro lado, se debe impedir la adopción de una visión anticientifista de que todo conocimiento no es nada más que mera opinión, que todas las ideas son equivalentes y que no hay motivo para aceptar las concepciones científicas.

En este primer caso la Historia de la Ciencia mostrará por medio de un análisis histórico que la ciencia cambia a través del tiempo y que esta es elaborada por seres humanos falibles que pueden perfeccionar su conocimiento, lo que significa que sus propuestas puedan ser consideradas no definitivas. En segundo lugar mostrará que a pesar de cometer errores, los científicos no obran ciegamente y básicamente acostumbran apoyarse en evidencias.

- b) La Historia de la Ciencia muestra a través de episodios históricos, que ocurrió un proceso lento de desarrollo de conceptos hasta llegar a las concepciones actualmente aceptadas. Esto puede facilitar el aprendizaje del propio contenido científico que estuviera siendo trabajado. El alumno percibirá sus dudas como perfectamente admisibles en relación a conceptos que llevaron tanto tiempo en ser establecidos y que fueron tan difíciles de comprender.

- c) A través de la Historia de la Ciencia el alumno percibirá que la aceptación o refutación de alguna propuesta apenas depende de su valor intrínseco (de su fundamentación) y es que en ese proceso están envueltos otros factores como son los sociales, políticos, filosóficos o religiosos.

¿QUÉ ES LO QUE SE DEBE EVITAR CUANDO SE APLICA LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA?

No siempre el uso de la Historia de la Ciencia en la enseñanza es adecuado. Hay muchas cosas que se deben evitar puesto que pueden enredar en lugar de auxiliar a la enseñanza (Existen muchos estudios de cómo la Historia de la Ciencia puede contribuir a la enseñanza. Ver, por ejemplo, Manuel, 1986).

En primer lugar, se debe prescindir de las biografías extensas, repletas de datos, sin ninguna referencia a la filosofía y a las ideas científicas, el contexto temporal, social y cultural de aquello que se está enseñando¹.

También se debe evitar el mostrar solamente aquello que “dio resultado”, aquello que resultó como se esperaba, para fortalecer un concepto anterior y/o del cual se tiene “preferencia” omitiendo las dificultades encontradas y las propuestas alternativas. Esta circunstancia fue la causa del fracaso de algunas tentativas hechas. Este tipo de procedimientos contribuye a una visión tendenciosa por parte del alumno al respecto del contenido científico que está siendo trabajado.

Debe evitarse además no considerar o desvalorizar la experiencia del alumno. En vez de eso se debe trabajar con ella, procurando mostrar que muchas veces sus ideas son semejantes a las de alguna de las etapas por las cuales paso la construcción de aquel concepto.

LA HISTORIA DE LA BIOLOGÍA Y LOS LIBROS DIDÁCTICOS

Una de las aplicaciones de la Historia de la Ciencia es procurar esclarecer concepciones históricas erróneas que vienen siendo perpetuadas en el transcurso del tiempo, muchas de ellas por responsabilidad misma de algunos historiadores de la ciencia.

Analizando algunos libros didácticos de educación secundaria destinados a la enseñanza de la biología, en relación a tres puntos específicos Cada uno de estos aspectos fue investigado por el autor durante un periodo de aproximadamente dos años a más: Generación Espontánea, la “Teoría de la evolución” de Lamarck (propuso lo que llamamos hoy Teoría de la Evolución. En su época, sin embargo, el termino evolución presentaba una connotación diferente de la que se adopta actualmente. Aquel era empleado para describir el desarrollo ontogenético, es decir el desarrollo de un individuo desde huevo hasta su fase adulta) y la Teoría Cromosómica de la Herencia, se encontró este tipo de problema. A continuación discutiremos de manera sucinta sobre eso, reproduciendo textos (notas) de esos libros de la manera exacta en que fueron encontrados.

Generación Espontánea:

- a) *“A mediados del siglo XVII, Francesco Redi, biólogo y médico italiano demostró experimentalmente que la generación espontánea no podía ser verdadera”¹*

Lo que Redi demostró realmente fue que las moscas encontradas en la carne en putrefacción no eran generadas espontáneamente a partir de la carne, como se creía en la época, sino de huevos colocados por otras moscas. A pesar de ello, Redi continuaba aceptando la idea de la generación espontánea de los vermes intestinales por ejemplo. Entonces lo que el demostró fue que no había “generación espontánea” en relación a un caso específico, pero no de manera general (ver Redi, *OPERE*)

- b) *“La teoría que sostiene que los seres vivos pueden en determinadas condiciones, formarse a partir de la materia bruta se denomina Abiogénesis o Teoría de la Generación Espontánea”.*
-

A pesar de que es aún aceptada por algunos individuos de poca instrucción, está muerta científicamente desde finales del siglo XIX. La caída definitiva de la Abiogénesis fue causada por las brillantes experiencias de Louis Pasteur”.

Aunque las experiencias realizadas por Pasteur proveyeron evidencias contrarias a la generación espontánea, el científico no resolvió la cuestión. En la misma época las experiencias realizadas por el médico y naturalista Félix Archimède Pouchet, igualmente bien concebidas, proporcionaron evidencias favorables a la generación espontánea (ver Pouchet, *HÉTÉROGÉNIE OU TRAITÉ DE LA GÉNÉRATION SPONTANÉE*). Así, bajo un punto de vista puramente científico, la situación estaba equilibrada (ver una descripción detallada en Martins y Martins, 1989). Después de Pouchet, Pasteur se enfrentó con otros opositores tales como Charles Bastian, cuyas experiencias ofrecían evidencias favorables a la generación espontánea.

- c) *“Las sustancias orgánicas guardadas en congeladores no se descomponen debido a la baja temperatura de ese ambiente, la que imposibilita la actividad bacteriana. Las experiencias de Pasteur echaron abajo el significado de la teoría que defendía el origen de los seres vivos a partir de lo inerte y dio bases sólidas a la Biogénesis, puesto que comprobó de manera simple, completa e irrefutable que todo ser vivo proviene de otro pre-existente”*

Aunque las experiencias de Pasteur son correctas y presentan evidencias contrarias a la generación espontánea, ellas no prueban que todo ser vivo proviene de otro pre-existente, para esto Pasteur tendría que haber estudiado la reproducción de todos los seres vivos, lo que sería imposible (ver Pasteur, *MÉMOIRES SUR LES CORPUSCULES ORGANISÉS QUI EXISTENT DANS L'ATMOSPHERE*). Por otro lado, es necesario recordar que actualmente aceptamos que en algún instante de la evolución del Universo y de La Tierra en particular, surgieron los primeros seres vivos a partir de la materia inanimada. Por lo tanto, aceptamos, de cierta forma, un tipo de Abiogénesis.

La teoría de la evolución de Lamarck

- a) *“Lamarck propuso su doctrina en la Philosophie zoologique, publicada en 1809. Su mayor mérito fue provocar debates e investigaciones. Estudios posteriores establecieron que el lamarckismo estaba errado”.*

En primer lugar la Teoría de Lamarck es encontrada en diversas obras publicadas a través del tiempo², en las cuales ella va siendo perfeccionada. La *Philosophie zoologique* no es la versión final. Además de esa mencionada serie de obras específicas, se encuentran elementos de la teoría de la “evolución” en otras³. Para tener una idea de la referida teoría sería necesario leer y comparar todas esas obras y no basarse en solo una de ellas. En segundo lugar la teoría de Lamarck no es aquello que se denomina lamarckismo⁴. Tal teoría es muy diferente y mucho más amplia (Martins, 1997). Infelizmente no es posible discurrir sobre ella aquí por motivos de espacio⁵.

- b) *“Lamarck (1744-1829) basándose en sus observaciones emitió la hipótesis de la transmisión hereditaria de los caracteres adquiridos. Tal hipótesis evolucionista es también conocida como lamarckismo a pesar de que Hipócrates (400 a.C.) y en parte también Aristóteles ya habían emitido ideas semejantes”*
-

En primer lugar la teoría de Lamarck no es una mera hipótesis de la herencia de los caracteres adquiridos o aquello que actualmente se denomina lamarckismo. Debe saberse que esa hipótesis ocupa un lugar secundario en la teoría de Lamarck. La herencia de los caracteres adquiridos es una idea muy anterior a Lamarck que continuaba siendo aceptada en su época. Tan es así que el científico poco escribió sobre ella y esta continuó siendo aceptada hasta después de su muerte. Charles Darwin la aceptó hasta el fin de su vida, admitiendo inclusive que los cambios accidentales (como la pérdida de un cuerno de una vaca por enfermedad) se transmitían a los descendientes (ver Darwin, *THE VARIATION OF ANIMALS AND PLANTS UNDER DOMESTICATION*, vol. 1, pp. 467-70).

- c) “(...) Como la mayoría de los biólogos de su época, Lamarck creía que todas las cosas vivas estaban dotadas de una fuerza vital que controlaba el desarrollo y el funcionamiento de sus partes y lograba que resolvieran obstáculos del ambiente. Creía que cualquier característica adquirida por un organismo durante su vida era transmitida para las generaciones siguientes - las características adquiridas eran heredadas (...)”.

Lamarck en su obra evolucionista no era vitalista (Martins, 1995). Uno de sus méritos fue justamente buscar una explicación para la vida a través de las fuerzas físicas (naturales) conocidas en la época: el calor y la electricidad. En una de sus obras él escribió: “La vida no es un ser, un cuerpo, una materia cualquiera. Ella es un fenómeno físico (...)” (Lamarck, *HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX SANS VERTÈBRES* vol. 1, p. 57).

Para Lamarck no toda característica adquirida era heredada por los descendientes. Era necesario que ella fuese común a los dos sexos, es decir, a ambos progenitores. Además de eso, se trataría de un proceso acumulativo (ver Lamarck, *PHILOSOPHIE ZOOLOGIQUE*, vol. 1, p. 200 e *HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX SANS VERTÈBRES*, vol.1, p. 167).

La teoría cromosómica de la herencia

- a) “Mc Clung demostró que en ciertos insectos Orthoptera, las células masculinas contenían un cromosoma menos que las células femeninas. Ocurría entonces que en el macho un cromosoma no poseía el homólogo con que el cual parearse durante la meiosis. Ese cromosoma especial fue denominado cromosoma X o cromosoma sexual por estar relacionado al mecanismo de la determinación sexual”

Ocurrió justamente lo contrario de lo que está siendo referido en esa cita. Clarence Erwin McClung por los años 1900-1902 estudiaba la espermatogénesis de los mencionados insectos y concluyó que se formaban dos tipos de espermatozoides. Uno de ellos poseía un cromosoma más que el llamado cromosoma accesorio. McClung elaboró la hipótesis de que ese espermatozoide produciría individuos masculinos, es decir, el cromosoma accesorio imprimiría a las células que lo poseyeran la masculinidad y por lo tanto los machos tendrían un cromosoma más que las hembras (ver McClung, 1900 y 1902). Se trataba de una hipótesis equivocada, sin embargo fue el inicio de una larga serie de estudios por parte de otros investigadores buscando esclarecer el proceso de determinación del sexo (Martins, 1998b). McClung no estudió la ovogénesis. Solamente más tarde, en 1906 Walter S. Sutton, estudiando la ovogénesis de la langosta *Brachystola magna* encontró que la hembra tenía dos cromosomas accesorios (dos cromosomas X)(ver Sutton, 1906).

- b) “Faltaba ahora hacer la fusión entre mendelismo e hipótesis cromosómica, en otras palabras, demostrar que las unidades hereditarias o factores mendelianos tenían a los cromosomas como base. Esta etapa fue realizada por el biólogo norteamericano Thomas Hunt Morgan (1866-1945), que introdujo en genética un nuevo animal de experiencia: la mosca drosófila, pequeña mosca fácil de criar, con un gran número de mutaciones y con apenas 8 cromosomas en el estado diploide (esto es 4 en los gametos)”.

Es importante colocar que Morgan durante muchos años de su vida fue contrario al mendelismo y a la hipótesis cromosómica (Martins, 1998a). El no se dedicó al estudio de las moscas con el objeto de unir el mendelismo y la hipótesis cromosómica, puesto que no los aceptaba. Además de eso, había

estudiosos que aceptaban el mendelismo y no aceptaban la hipótesis cromosómica como William Bateson por ejemplo y no es necesario asociar las dos cosas. Morgan en 1909 comenzó a trabajar con *Drosophilla*. Él estaba estudiando las mutaciones en el sentido de De Vries, no en nuestro sentido actual y en esa época no aceptaba ni la hipótesis cromosómica ni el mendelismo. Además de eso no fue él quien introdujo a *Drosophilla* en los estudios genéticos. Otros investigadores como Lutz, Castle y Nettie Maria Stevens, por ejemplo, ya utilizaban ese artrópodo antes de Morgan.

La falsa imagen de la ciencia difundida por esos textos

El uso superficial y errado de la Historia de la Ciencia que se hace en los libros didácticos, como fue expuesto anteriormente, transmite una visión distorsionada de lo que es la ciencia. Las ideas básicas que subyacen a esas notas son:

- Aquello que actualmente aceptamos es correcto y fue probado de forma definitiva por alguien en el pasado.
- Es posible identificar quien fue y cuando fue hecho cada descubrimiento científico importante.
- En la Historia de la Ciencia existen los “héroes” (los que llegan a la verdad) y los “villanos” (que solo confunden y cometen errores).
- Los grandes científicos del pasado no dudaban y ya tenían exactamente claras las ideas que nosotros aceptamos hoy en día.

Sin embargo cualquier estudio más profundo de la Historia de la Ciencia muestra que esas concepciones son falsas. Ocurre que los autores de muchos libros didácticos utilizan una descripción superficial y equivocada de la Historia de la Ciencia lo que como ya mencionamos difunde una visión preconcebida y simplista de la dinámica científica. Es preciso hacer un estudio profundo, basado en material original, para poder comprender lo que realmente ocurre en el proceso de construcción de la ciencia.

¿CÓMO HACER ESTO EN BRASIL?

Se sabe que en otros países del primer mundo como Inglaterra y el País de Gales, la Historia de la Ciencia, es parte del currículo nacional (Pumfrey, 1991). En muchos casos surtieron los efectos deseados, alcanzando los objetivos propuestos -como contribuir en la formación de un espíritu crítico, buscando relatar los episodios como ocurrieron, mostrando que muchas concepciones cambian y que las explicaciones científicas del pasado eran válidas dentro del contexto de su época.

A través de la Historia de la Ciencia son relatados los eventos históricos de la manera más amplia posible, mostrando las hipótesis presentadas por los científicos, las teorías alternativas, todo dentro del contexto de la época. El historiador de la ciencia es alguien entrenado para hacer eso. El debe estudiar las obras de los investigadores (fuentes primarias) en su lengua original y también las obras de otros historiadores de la ciencia que se refieren a los estudios de esos investigadores (fuentes secundarias). Y para una exitosa aplicación de la Historia de la Ciencia a la enseñanza es necesario que el docente y el historiador de la ciencia trabajen juntos en la parte histórica del contenido que será presentado a los alumnos. Esto porque, aún con la mejor de las intenciones, al relatar los hechos históricos de la manera más fidedigna posible, pueden ser omitidos aspectos importantes solamente perceptibles para los individuos preparados para eso, y así perjudicar todo aquello que se está procurando alcanzar. Algunas propuestas fallaron justamente porque, en vez de transmitir una versión de los hechos más amplia, transmitieron alguna otra tendenciosa, como por ejemplo mostrando apenas aquello que “dio resultado” y omitiendo el resto.

Se puede utilizar textos de la Historia de la Ciencia elaborados por profesionales con el objetivo de auxiliar en la enseñanza de los contenidos científicos. Existen libros para-didácticos de buena calidad que pueden también realizar el mismo papel. En el caso de los dos puntos mencionados aquí, no hay traducciones de la obra de Pasteur (específicamente en relación a la generación espontánea) en portugués, ni de la de Pouchet. También la obra de Lamarck no está traducida en portugués y muchos de sus libros son de difícil acceso. Existen algunas obras de Morgan traducidas para el portugués. Se debe sin embargo tener cuidado con las traducciones, pues muchas de ellas no están bien hechas.

CONSIDERACIONES FINALES

Este artículo procuró mostrar una visión de lo que está ocurriendo. Existen problemas y se está aquí identificando algunos de ellos e intentando sugerir medios que si bien no logran resolverlos de inmediato por los menos podrán suavizarlos. Está claro que no se va a desechar todo mas se puede trabajar de un modo u otro, haciendo de la Historia de la Ciencia una aliada y no una fuente de confusión para el estudio de la ciencia, ni de agente difusor de una visión equivocada, tendenciosa que impida la formación de un espíritu crítico. Esta cuestión podrá ser resuelta a largo plazo. Existen muchos profesionales bastante preocupados con lo referido y que están trabajando en ese sentido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Darwin C. The variation of animals and plants under domestication. London: John Murray. 1868.
2. Lamarck JBM. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. 2ème edition. 11 vols. Paris: Baillièrre. 1835-1845.
3. Lamarck JBM. Philosophie zoologique. 2 vols. Paris: Libraire F. Savy. 1873
4. Lamarck JBM. Recherches sur l'organisation des corps vivants. Paris: Fayard. 1986.
5. Lamarck JBM. Hydrogeology. Trad. Albert V. Carozzi. Urbana: University of Illinois. 1964.
6. Lamarck JBM. Système analytique des connaissances positives de l'homme. Paris: Chez l'Auteur, au Jardin du Roi. 1820.
7. Manuel DE. History and philosophy of science with special reference to biology: what can it offer teachers? J Biol Educat 1986; 20:195-200.
8. McClung EC. The accessory chromosome - sex determinant? Biol Bull 1902; 3: 42-84.
9. Martins LACP. A teoria da progressão dos animais de Lamarck. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 1993.
10. Martins LACP. Lamarck e o vitalismo francés. Perspicillum 1995; 9:25-68.
11. Martins LACP. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. Episteme. Filosofia e História da Ciência em Revista 1997; 2(3):33-54.
12. Martins LACP. Thomas Hunt Morgan e a teoria cromossômica: de crítico a defensor. Episteme. Filosofia e História da Ciência em Revista 1998; 3(6):100-26.
13. Martins LACP. McClung e a determinação do sexo: do equívoco ao acerto. (submetido a publicação). 1998.
14. Martins LACP, de Andrade R. Geração espontânea: dois pontos de vista. Perspicillum 1989; 3(1):7-32.
15. Martins LACP, de Andrade R. Abordagens, métodos e historiografía da história da ciencia. In: Martins, Angela Maria (ed.). O tempo e o cotidiano na história. São Paulo: Fundação para o desenvolvimento da Educação (série Idéias, 18). 1993; pp. 73-8.
16. Pasteur L. Mémoires sur les corpuscules organisés que existent dans l'atmosphère. Examen de la doctrine des générations spontanées. Paris: Mallet-Bachelier. Reproduzido em Pasteur, Oeuvres 1862; 2:210-94.
17. Pouchet FA. Hétérogénie ou traité de la génération spontanée. Paris: Baillièrre. 1859.
18. Pumfrey S. History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and their aims. British J History of Sci 1991; 24:61-78.
19. Redi F. Opere di Redi. 3 vols. Venezia: G. Gabbriello. 1712.

*Traducido por Daniel Rebaza-Rodríguez

Exalumno de la Escuela Académico-Profesional de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo.
Trujillo. Perú