

Aportes de la historia y la filosofía de las ciencias a la formación de profesores en ciencias biológicas

Contributions of history and philosophy of science to teachers education in biological sciences

De Boeck, Martín 

Universidad Nacional de Tucumán
martindeboeck@gmail.com

González Rosana 

Universidad Nacional de Tucumán
rdiciembre77@gmail.com

Barrios, Rubén 

Universidad Nacional de Tucumán
rubenjbarrios@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se tratará de compendiar algunos de los motivos por los que creemos necesario que el desarrollo histórico y los supuestos filosóficos de las disciplinas científicas en general, y para las ciencias biológicas en particular, se traten de forma explícita en la formación de los profesores de ciencias. En primer lugar, al transmitirse contenidos científicos, se enseña cierta imagen sobre la ciencia, qué es y cómo se produce. Por ejemplo, ciertas apreciaciones que no suelen ser tematizadas sobre el rol que juegan los juicios de valor, o lo que distingue a las explicaciones científicas de aquellas que se brindan en otros contextos. En segundo lugar, atender a la historia de la ciencia resulta útil porque los cambios teóricos arrojan pistas sobre los posibles obstáculos epistemológicos que pueden atravesar los estudiantes. En tercer lugar, atender a las controversias científicas en su contexto histórico, señalando cuáles eran las preguntas que los científicos se hacían, por qué eran relevantes, qué sabían y qué no podían saber, y qué mostraron sus experimentos en función de los supuestos de la época, sirve para destacar aspectos metodológicos de la ciencia, especialmente el razonamiento y la generación de hipótesis en función de la evidencia. Por último, los análisis conceptuales que provee la filosofía sirven para aclarar las características metodológicas, teóricas y explicativas específicas de las ciencias, además de destacar el carácter netamente conceptual que tiene la actividad científica, evidenciando las dificultades para precisar y decidir las definiciones de los términos técnicos.

Palabras Claves: *Obstáculos epistemológicos, enseñanza de las ciencias, historia de la biología, filosofía de la biología, controversias científicas*

Abstract

In this paper we will try to summarize some of the reasons why we believe it is necessary that the historical development and philosophical assumptions of scientific disciplines in general, and for the biological sciences in particular, be explicitly addressed in the training of science teachers. In the first place, when scientific content is transmitted, a certain image is taught about science, what it is and how it is produced. For example, there are certain appreciations that are not usually thematized about the role of value judgments, or what distinguishes scientific explanations from those provided in other contexts. Second, attending to the history of science is useful because theoretical changes provide clues to possible epistemological obstacles that students may encounter. Third, attending to scientific controversies in their historical context, noting what questions scientists were asking why they were relevant, what they knew and could not know, and what their experiments showed in terms of the assumptions of the time, serves to highlight methodological aspects of science, especially reasoning and the generation of hypotheses based on evidence. Finally, the conceptual analyses provided by philosophy serve to clarify the specific methodological, theoretical and explanatory characteristics of the sciences, in addition to highlighting the purely conceptual character of scientific activity, evidencing the difficulties in specifying and deciding the definitions of technical terms.

Keywords: *Epistemological Obstacles, science teaching, history of biology, philosophy of biology, scientific controversies*

1 Introducción

En el presente trabajo se tratará de compendiar algunos de los motivos por los que creemos necesario que el desarrollo histórico y los supuestos filosóficos de las disciplinas científicas en general, y para las ciencias biológicas en particular, se traten de forma explícita en la formación de los profesores de ciencias.

Partiendo de que la enseñanza ortodoxa, técnica y descontextualizada no está cumpliendo con su tarea de entusiasmar al alumnado, y de que actualmente constatamos una amplia difusión de movimientos anticientíficos o pseudocientíficos, como por ejemplo el terraplanismo, el movimiento antivacunas y los negacionistas del cambio climático, consideramos que las altas tasas de analfabetismo científico resultan un problema urgente, especialmente por el impacto que tiene en la legitimación y evaluación de políticas de salud pública y educativas por parte de la ciudadanía (Matthews 2017). Por otro lado, consideramos que la alfabetización científica representa un elemento insoslayable para adquirir herramientas conceptuales y procedimentales para el ejercicio de un posicionamiento crítico, fundamental para la práctica democrática.

Con esta finalidad, se destacarán básicamente cuatro aspectos que legitiman, a nuestro juicio, la inclusión de la historia y los supuestos filosóficos de las disciplinas científicas en su enseñanza: 1) que en las clases de ciencias se transmite una cierta imagen sobre la ciencia y qué la distingue de otras disciplinas no científicas (destacándose aquí suposiciones no tratadas explícitamente en torno al problema de demarcación y al rol valorativamente neutral que posee supuestamente el conocimiento científico; 2) que la historia de las disciplinas puede arrojar pistas sobre los obstáculos epistemológicos que pueden atravesar los alumnos; 3) que atender a las controversias científicas permite destacar aspectos metodológicos de la misma, especialmente el carácter contextual de la evidencia y sus posibles interpretaciones; 4) que los análisis netamente conceptuales típicos de la filosofía sirven para esclarecer rasgos fundamentales de las distintas disciplinas científicas, y además permiten destacar el carácter contextual de la elaboración teórica en ciencias, destacando aquí el análisis del discurso científico a través de sus metáforas y analogías.

2 Aportes de la historia y la filosofía de la biología para la enseñanza

En primer lugar, como se dijo anteriormente, al transmitirse contenidos científicos, se enseña simultánea e inevitablemente cierta imagen sobre la ciencia, es decir, cuáles son sus características fundamentales y cómo se produce el conocimiento científico. Por ejemplo, suele ser bastante común que los docentes al transmitir contenidos específicos realicen ciertas apreciaciones que no suelen ser trabajadas de forma explícita. Abordarlas de este modo, tratándolas como supuestos u obviedades, imposibilita su cuestionamiento y oculta la existencia de otras posibilidades. Por ejemplo, suele presentarse como algo obvio que los juicios de valor no juegan propiamente un rol en el conocimiento científico, siendo más bien pertinentes para disputas en materia ética, política y/o religiosa. Por otro lado, tampoco suele abordarse de forma explícita lo que distingue a las explicaciones científicas de aquellas que se brindan en otros contextos, lo que se ha denominado generalmente como el problema de la demarcación, suponiendo como si fuese obvio que todo aquello que merezca el nombre de ciencia comparte la característica simplemente de conducirse por el método científico (Matthews 2017).

Repensar estas cuestiones resulta urgente porque actualmente se evidencia un abandono de las aulas de ciencias, matrículas relativamente bajas en la educación superior, y cifras desastrosas de analfabetismo científico en el mundo occidental (Matthews 2017). Además, a esto se suma la enorme vigencia que están teniendo actualmente movimientos pseudocientíficos y anticientíficos como los terraplanistas, antivacunas y los negacionistas del cambio climático. Dado que algunos de estos movimientos tienen la pretensión de mostrarse como científicos, y acusan a las comunidades científicas de silenciarlos por intereses generalmente de tipo económico, promoviendo la adhesión a teorías conspirativas, una falta de comprensión sobre las características del conocimiento científico, sus métodos y procedimientos de validación del conocimiento y sus relaciones con la producción y generación de insumos y artefactos tecnológicos, expone a la ciudadanía a ser víctimas de manipulación por parte de estos grupos, que recurren a estrategias que típicamente conforman “cámaras de eco”.

Siguiendo a Nguyen (2018), estas cámaras de eco se producen cuando una comunidad epistémica crea una disparidad significativa en la confianza depositada en aquellos que se consideran miembros de la comunidad o grupo social respecto a quienes se consideran externos al grupo de pertenencia. Esta disparidad en la confianza debe entenderse estrictamente en términos epistémicos, socavando la legitimidad del interlocutor solamente por el hecho de no pertenecer al grupo social de pertenencia. Así, cuando se considera a las comunidades científicas como ajenas y enfrentadas con el grupo al que se considera de pertenencia, cualquier tipo de argumento basado en evidencia proferido por un miembro de la comunidad científica no será considerado.

Para disminuir los riesgos de que algunos ciudadanos sean víctimas de estas “cámaras de eco”, creemos importante que los profesores posean algún posicionamiento al respecto del problema de la demarcación, y sean capaces de abordarlo de forma explícita en sus clases, proponiendo alguna respuesta articulada al respecto. Para tal fin, creemos necesario apelar a la historia y la filosofía general de las ciencias.

Considerando ahora la usual presentación de la ciencia como conocimiento objetivo valorativamente neutral, deseamos remarcar que de este modo se oculta el hecho de que, en primer lugar, las instituciones científicas se encuentran dentro de un contexto social, histórico, político y económico, y que, por ende, forman parte de un entramado de instituciones externas a la comunidad científica como tal, pero que, de un modo u otro, influyen la dirección que puede tomar la investigación, en algunos casos, de forma determinante.

Siguiendo a Lacey (2005) limitar la comprensión de la práctica científica a la aplicación de valores netamente cognitivos como la adecuación empírica de las teorías, la precisión cuantitativa en las descripciones de los fenómenos y su ajuste a leyes que permitan realizar predicciones, juega un rol ideológico que esconde la afinidad electiva entre estas estrategias y el valor baconiano del control de la naturaleza,

que se evidencia en la dialéctica entre los desarrollos teóricos y los tecnológicos, la necesidad de una tecnología de punta para llevar a cabo las investigaciones, y la existencia de una red de instituciones íntimamente ligadas al desarrollo económico y la producción de tecnología.

Por este motivo, sugiere distinguir entre imparcialidad, autonomía y neutralidad, a la hora de hablar de una ciencia “libre de valores”. Por imparcialidad entiende la medida en que las teorías científicas satisfacen valores cognitivos, sin importar cuánto la teoría pueda acordar o servir a una perspectiva valorativa en particular. Por autonomía, la medida en que los intereses de la comunidad científica se reflejan en las agendas de investigación científica a la hora de establecer nuevas propuestas y describir nuevos fenómenos de interés. Por neutralidad, que las propuestas científicas no coadyuvan ni socavan ninguna perspectiva valorativa en particular y que se pueden aplicar a cualquiera de ellas (Lacey 2005). A partir de estas distinciones, podemos decir a grandes líneas que la práctica científica en general es imparcial, pero no podría decirse lo mismo en cuanto a la autonomía y neutralidad, ya que la mayoría de las líneas de investigación seguidas en la actualidad responden a los intereses de las industrias militares, de agronegocios, electrónicas y farmacéuticas. Esto queda muy claro si consideramos la dependencia de la práctica científica de otras instituciones en términos de financiamiento, fenómeno que se presenta de forma clara, según Pestre (2005) al menos desde los inicios de la revolución científica moderna. Para el caso de las ciencias biológicas en particular, podría señalarse que la relación íntima entre algunas disciplinas, como la genética, y agendas sociales y políticas eugenésicas fue más o menos directa (Kay 2000). Esta relación suele obviarse en el momento de la enseñanza (Matthews 2017).

Creemos, por ende, que la explicitación de estos nexos entre la práctica científica y la producción de conocimiento y las agendas sociales y políticas de otras instituciones puede humanizar la presentación del conocimiento científico, estableciendo vínculos con intereses del alumnado de índole personal, ético, cultural y político. Para dicha tarea, la necesidad de apelar a la historia y la filosofía resulta, creemos, evidente.

En segundo lugar, atender a la historia de la ciencia resulta útil porque los cambios teóricos arrojan pistas sobre los posibles obstáculos epistemológicos que pueden atravesar los estudiantes. Aquí, se entenderá por obstáculo epistemológico aquellas formas de razonar que subyacen a las concepciones que poseen los estudiantes, y que al basarse en supuestos alternativos a los de las teorías científicas vigentes, ejercen resistencia al aprendizaje. Es decir, estos obstáculos ofrecen explicaciones para los mismos fenómenos que explica el modelo científico que se desea enseñar. Para la enseñanza de la teoría de Darwin, suelen señalarse la presencia de dos tipos de obstáculos epistemológicos: el obstáculo teleológico y el obstáculo esencialista (González Galli, Ariza y Ginnobili 2022).

El obstáculo teleológico supone que las variaciones se producen según las necesidades del individuo y que los cambios evolutivos corresponden a ciertos fines que los organismos se proponen expresamente. Por ejemplo, la resistencia al uso de insecticidas en algunas especies se entiende como una característica que los organismos buscan desarrollar expresamente, con el fin de transmitirlo a su descendencia. Incluso, en algunos casos se asume la existencia de algún propósito o finalidad en alguna entidad diferente al linaje, como ser el ecosistema, que guía el cambio evolutivo (como lo hacía por ejemplo Linneo al hablar de “economía de la naturaleza”, aludiendo a una suerte de equilibrio o balance en el mundo natural). También persiste en los estudiantes la creencia de que la pérdida de un rasgo siempre supone necesariamente la adquisición de un rasgo mejor, connotando de algún modo la existencia de algún tipo de tendencia hacia el progreso en el cambio evolutivo (como por ejemplo, la que presentó Teilhard de Chardin).

El obstáculo esencialista supone que las variaciones son superficiales en relación a un conjunto de características que representan un “tipo”, que todos los individuos comparten, y que se mantiene fijo. Como señaló Ghiselin (1983), este obstáculo emana de resabios metafísicos típicos de la filosofía aristotélica, previos a la asimilación del pensamiento y análisis poblacional que propuso el darwinismo, que adopta como base un razonamiento de tipo estadístico.

Para combatir estos obstáculos creemos conveniente apelar a las controversias científicas suscitadas

durante el siglo XIX en torno a la teoría de Darwin, haciendo una comparación entre cómo ciertos rasgos son explicados desde un marco predarwiniano, y cómo puede ofrecerse una explicación alternativa desde el marco darwiniano. Aquí creemos que las herramientas de esclarecimiento conceptual que ofrece la filosofía pueden resultar de utilidad. Puntualmente para este caso, analizar las diferentes connotaciones que tienen las afirmaciones que realizan los especialistas en ciencias biológicas a la hora de atribuir fines o funciones a ciertos rasgos. Por ejemplo, Wouters (2005) distingue cuatro usos del concepto de función: 1) Función₁, ¿qué hace “x”? (actividad), 2) Función₂, ¿cómo se sirve de “x” un sistema “y” que lo contiene? (rol biológico), 3) Función₃, ¿por qué supera a otras alternativas? (ventaja biológica), y 4) Función₄, ¿por qué fue seleccionado? (selección natural). Así, por ejemplo, de un órgano como el corazón en los mamíferos podríamos decir que (1) se contrae rítmicamente, (2) funciona como una bomba, (3) sirve al transporte de oxígeno hacia las células de forma más rápida que un transporte pasivo, por simple difusión, y (4) aumentó el éxito reproductivo de los seres que contaron con él.

Por último, un recorrido histórico de la disciplina puede facilitar que durante el proceso de aprendizaje se tome conciencia de estos obstáculos, para así regular sus manifestaciones y ejercer una vigilancia metacognitiva (Galli y Meinardi 2015). Debe tenerse presente que estos obstáculos representan estrategias cognitivas utilizadas en la vida diaria que resultan eficaces y, por ende, resultan funcionales. Por ejemplo, el pensamiento teleológico es usado para explicar la acción humana, y el pensamiento esencialista está a la base de las clasificaciones. Por ende, si estos obstáculos epistemológicos no son tratados, la investigación en el área muestra que tienden a persistir, y pasado un tiempo, los alumnos olvidan el contenido aprendido y las preconcepciones del sentido común vuelven a afianzarse (Gellón 2018).

En tercer lugar, atender a las controversias científicas en su contexto histórico, señalando cuáles eran las preguntas que los científicos se hacían, por qué eran relevantes, qué sabían y qué no podían saber, y qué mostraron sus experimentos en función de los supuestos de la época, sirve para destacar aspectos metodológicos y conceptuales de la ciencia, especialmente el razonamiento y la generación de hipótesis en función de la evidencia disponible. No atender a la evidencia experimental y observacional que dio origen a las controversias científicas conduce a que ante los alumnos las teorías y modelos científicos se muestren arbitrarios, y su asimilación, por ende, resulte dogmática. De este modo, la fuente del saber es el docente y no la evidencia (Gellón 2018). Por otro lado, también ayuda a reflexionar sobre cómo a partir de los cambios teóricos las preguntas que los científicos se realizan se van modificando. Es decir, apelar a la historia destaca la carga teórica que posee la observación (Matthews 2017).

Además, también resulta importante resaltar la utilización de experimentos mentales como recurso heurístico (Matthews 2017). En el capítulo cuatro de *Origin of species* puede verse con claridad que Darwin encadena toda una serie de pruebas a favor de su tesis partiendo de una pregunta del tipo “¿Qué pasaría si...?”. Destacar de forma explícita este tipo de recursos presentes en las obras de los científicos creemos que promueve en los estudiantes la necesidad de admitir como razonables sólo aquellas conjeturas que resulten viables o compatibles con la información disponible.

Ahora bien, atendiendo a la estructura lógica de las controversias científicas, podría mostrarse apelando por ejemplo a la ocurrida en torno a la obra de Darwin, previo análisis de la estructura lógica de su teoría, cuáles fueron las razones netamente de tipo epistémico para sostener otras alternativas (Bowler 1985).

Mayr (1992) propone estructurar la propuesta de Darwin en torno a cinco tesis: 1) Evolución: los organismos se transforman, 2) Origen común: antepasado común y árbol de la vida, 3) Diversificación de las especies: la acumulación de variaciones va produciendo nuevas poblaciones aisladas de las otras, 4) Gradualismo: las variaciones son menores, y se acumulan en grandes períodos de tiempo, y 5) Selección natural: los que sobreviven, poseen caracteres adaptativos heredables.

Ahora bien, el razonamiento de Darwin para defender todo este conjunto de tesis, según Mayr (1992), podría estructurarse a partir de 5 hechos y 3 inferencias. En primer lugar, deben considerarse los siguientes tres hechos: 1) superfecundidad de las poblaciones (incremento exponencial), 2) pese a la superfecundidad, las poblaciones de organismos son medianamente estables en cuanto al número de individuos,

3) el hecho de que los recursos son limitados en el medio ambiente. La primera inferencia de Darwin es que de 1-3 se sigue una lucha por la existencia entre los individuos, que denominaremos (A). Ahora bien, deben considerarse dos hechos más: 4) la unicidad de cada individuo; es decir, los individuos de una población presentan variaciones, y 5) la variación individual solamente puede ser relevante para la evolución si es heredable. De la conclusión obtenida a partir de la inferencia (A) y el hecho 4, Darwin infiere la selección natural estableciendo una relación de analogía con la selección artificial, inferencia que denominaremos (B). Por último, asumiendo un período extremadamente largo de tiempo, podría asumirse entonces que de las conclusiones obtenidas por (A) y (B), podemos hacer una inferencia más, que da como resultado que el mecanismo de selección natural puede dar cuenta del cambio evolutivo, generando nuevas especies (C).

Al momento de la publicación de la obra, especialmente estas últimas dos conclusiones, las obtenidas por las inferencias denominadas (B) y (C), fueron cuestionadas. Como indica Sober (2009), resulta fundamental comprender la independencia lógica de la idea de “ancestro común” respecto al mecanismo de evolución por selección natural. Creemos que atender a las controversias suscitadas de hecho en aquel momento puede contribuir a captar este aspecto, ya que la idea de ancestro común fue comúnmente aceptada, y no así el mecanismo de selección natural.

Recordando lo dicho anteriormente, vemos que la inferencia (C) asume como presupuesto que la Tierra existe desde tiempos remotos. Debe recordarse que por aquel entonces se desconfiaba del gradualismo porque según los cálculos físicos y geológicos la edad de la Tierra no era la suficiente para dar cuenta de los grandes cambios morfológicos que podían atestigüarse según el registro paleontológico disponible. Por otro lado, la teoría de la herencia que Darwin suponía, la pangénesis, no contaba con una aceptación general, y puesta en relación con su teoría de la selección natural, mostraba dificultades para dar cuenta de la aparición de nuevas especies, como lo sugirió el ingeniero escocés Fleeming Jenkin. Por estos motivos, puede comprenderse que otros hayan intentado explicar el cambio evolutivo de forma alternativa, apelando por ejemplo a teorías neolamarckianas y mutacionistas, y que éstas hayan gozado de popularidad y aceptación por aquel entonces (Bowler 1985). Otro beneficio de esta presentación de la controversia que creemos importante destacar es que usualmente suele presentársela como debida únicamente a factores de tipo religioso. En cambio, creemos que así es posible destacar apelando a la historia de las ciencias que existe en muchos casos un abanico de interpretaciones razonables en torno a la evidencia disponible.

Por último, los análisis netamente conceptuales que provee la filosofía sirven para aclarar las características metodológicas, teóricas y explicativas específicas de las ciencias, además de destacar el carácter netamente conceptual y “ficcional” que tiene la actividad científica, evidenciando las dificultades para precisar y decidir las definiciones de los términos técnicos que resulten más convenientes. Con esto último queremos aludir simplemente a la enorme carga teórica que tiene todo aquello que cuenta como evidencia en el marco de la actividad científica. Esto también muestra las dificultades para categorizar de un modo no ambiguo los fenómenos a estudiar. En lo que sigue, destacaremos someramente algunas discusiones en torno a las características de las explicaciones en ciencias biológicas, el rol que desempeñan las analogías y las metáforas en la confección de modelos y teorías, y por último, las múltiples acepciones que puede recibir un mismo término, dificultando así la comprensión entre los especialistas, y multiplicando, por ende, los equívocos en la población en general.

Para comenzar entonces, puede tomarse en cuenta, por ejemplo, para el caso de la teoría evolutiva, el rol que desempeñan el azar y la contingencia en las explicaciones (Sober 2009). De hecho, muchos filósofos de la ciencia han negado por este motivo la existencia de leyes en el campo de las ciencias de la vida (salvo en el caso de fenómenos estrictamente biofísicos y/o bioquímicos), argumentos que, dicho sea de paso, también han sido utilizados con frecuencia para negar la posibilidad de que existan leyes en el ámbito de las ciencias sociales. Por ejemplo, suele argüirse que la complejidad de los fenómenos permite en el mejor de los casos estipular tendencias, que obviamente estarán sujetas a excepciones. Esto es otra manera de decir que resulta extremadamente difícil, si no imposible, hacer generalizaciones

en el proceso evolutivo, ya que, a fin de cuentas, los fenómenos biológicos son únicos y singulares.

De hecho, para Smart (1959), la biología puede usar en sus explicaciones leyes físicas y químicas, pero no propiamente biológicas, ya que no puede haber una ley sobre el proceso evolutivo que permita hacer predicciones. Aunque tal posición ha sido fuertemente criticada (por ejemplo, Weber (1999) y Mitchell (2000)) creemos que debe tratarse la cuestión de forma explícita en las aulas, dado que las críticas no implicaron un abandono de posturas fuertemente reduccionistas, que sostienen que el carácter científico de las ciencias biológicas se estima en la medida en que las leyes de la física y la química puedan ser utilizadas en su dominio.

Por otro lado, creemos que los análisis filosóficos en torno a la construcción de teorías permiten destacar el rol de las metáforas y analogías en la investigación científica, y su dependencia del contexto social e histórico, como fue el caso de las teorías económicas vigentes en la Inglaterra del siglo XIX sobre la teoría de Darwin, a la hora de forjar conceptos como el de “lucha por la existencia” y también su “principio de divergencia”, estableciendo variaciones tendientes a la producción de una mayor especialización en la explotación de los recursos disponibles en el medio ambiente. Para estos casos, se está tomando como referencia, respectivamente, la competencia entre individuos que puede constatarse en el mundo social por posicionarse económicamente en el marco de una economía de libre mercado, y la división social del trabajo, que genera un proceso de especialización en la producción de tecnología con el fin de ampliar la oferta laboral y aumentar la producción y diversificación de bienes de consumo (Lewens 2007).

Otro caso destacable donde el uso de metáforas resulta un poderoso recurso heurístico es el del modelo de operón, de Jacob y Monod (1961). Estos autores se inspiraron en los modelos de retroalimentación negativa diseñados por los especialistas en cibernética. Así, el proceso de regulación de la expresión genética se pensó como un proceso discontinuo, análogo al funcionamiento de un circuito eléctrico, y el desarrollo del organismo se pensó como determinado completamente por un programa inscripto en el genoma, en donde el contexto regula el flujo de información mediante un proceso de activación y represión de genes. Lo interesante de este caso es que, aunque muchos no estuvieron del todo conformes con la utilización de dicha jerga, según Kay (2000), se terminó imponiendo por sus nexos con el complejo industrial-académico-bélico imperante durante la guerra fría.

Por último, e íntimamente ligado la innovación introducida por Jacob y Monod, podemos mencionar las dificultades en torno a la hora de precisar el significado de la noción de “gen”. Inicialmente, en el período de la genética clásica en las primeras décadas del siglo XX, caracterizada especialmente por los trabajos de la escuela norteamericana de Morgan, el gen se concebía como una unidad de transmisión, función, mutación y recombinación (Portin 1993). Así, se pensaba al gen como una entidad discreta, algo así como el átomo de la herencia. Posteriormente, especialmente a partir del modelo de la estructura molecular del ADN propuesta por Watson y Crick en 1953, se estableció la definición molecular clásica de gen, que estipulaba que el gen era toda secuencia de bases nitrogenadas que codifica para una proteína, o cadenas polipeptídicas, definición sobre la que se monta el Dogma central de la biología.

Ahora bien, el modelo recién mencionado de Jacob y Monod obligó a realizar modificaciones, ya que había que considerar genes que no codificaban cadenas polipeptídicas, pero que regulaban su expresión. Así, se añadieron los “genes reguladores”. Posteriormente, nuevos hallazgos como las modificaciones postranscripcionales, postraduccionales, y procesos como el empalme alternativo, implicaron mayores dificultades aún para la definición clásica de gen. De hecho, para Neumann-Held (2001) y Dupré (2004), una definición de gen que busque hacer justicia a estos nuevos hallazgos implica firmar el acta de defunción del Dogma Central ya que, si se adopta la definición que supone tal hipótesis, habría que concluir que los genes son escasos y sumamente equívocos.

De hecho, la discusión ha llegado a tal grado de dificultad que, para Wang (2005), sería recomendable que “un gen molecular sea interpretado como una región transcrita y las regiones promotoras/reguladoras asociadas, que, en conjunción con la maquinaria celular, dicta la producción y el comportamiento de componentes específicos que llevan a cabo una actividad o actividades bioquímicas

específicas de la célula huésped”. Evidentemente, desde esta definición a la definición molecular clásica propuesta por Crick, que suele ser más próxima a la presentada en los libros de texto, existe una enorme diferencia. Por otro lado, algunos como Sarkar (1996), aunque no propongan modificar el concepto molecular clásico de gen, reniegan de las connotaciones que posee el concepto por su estrecha asociación con la jerga informacional, llegando al punto de sugerir que tales connotaciones deben suprimirse, abandonándose así la afirmación de que el gen porta y transmite información. De adoptarse esta sugerencia, también significaría una modificación importante de lo que suele encontrarse en los libros de texto para una definición del concepto de gen.

3 Conclusiones

Como señalamos al principio de este trabajo, creemos que la enseñanza descontextualizada de las ciencias dificulta en los estudiantes el que sean capaces de dimensionar el enorme valor que tienen las ciencias en la historia de la cultura y la sociedad, y especialmente, los grandes nexos que mantiene la práctica científica con otras instituciones, especialmente de tipo político y económico. Creemos que subestimar estos aspectos en la enseñanza y transmisión del conocimiento científico tiene consecuencias nefastas, que conducen a una recepción acrítica del conocimiento científico por parte del estudiantado, siendo imposible el desarrollo de competencias claves para el ejercicio pleno de la democracia, como ser el diálogo razonado sobre la evidencia disponible, aceptando el disenso dentro del margen posibilitado por la plataforma común de evidencia que sea aceptada mayormente en un momento dado.

Así, creemos que los motivos expuestos, y seguramente otros que podrían agregarse que aquí fueron dejados de lado, justifican suficientemente la inclusión de la historia y la filosofía de las ciencias en los lineamientos curriculares de los profesorados en ciencias, tanto para las disciplinas científicas en general como para las ciencias biológicas en particular.

Referencias

- Bowler, Peter J. 1985. *El eclipse del darwinismo: teorías evolucionistas antidarwinistas en las décadas en torno a 1900*. 1a ed. Barcelona: Editorial Labor.
- Dupré, John. 2004. “Understanding Contemporary Genomics”. *Perspectives on Science* 12 (3): 320-338. <https://doi.org/10.1162/1063614042795435>.
- Galli, Leonardo González y Elsa Meinardi. 2015. “Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina”. *Ciência & Educação (Bauru)* 21:101-122. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010007>.
- Gellón, G. 2018. *La Ciencia En El Aula*. Buenos Aires: Paidós.
- Ghiselin, M. 1983. *El Triunfo de Darwin*. Barcelona: Cátedra.
- González Galli, Leonardo, Yefrin Ariza y Santiago Ginnobili. 2022. “Los estudiantes como teleólogos predarwinianos: una propuesta para abordar el problema de la teleología en la enseñanza de la Biología”. *Revista de investigación en educación* 20 (2): 188-203. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8673581>.
- Jacob, F. y J. Monod. 1961. “Genetic Regulatory Mechanisms in the Synthesis of Proteins”. *Journal of Molecular Biology* 3 (junio): 318-356. [https://doi.org/10.1016/s0022-2836\(61\)80072-7](https://doi.org/10.1016/s0022-2836(61)80072-7).
- Kay, Lily E. 2000. *Who Wrote the Book of Life?: A History of the Genetic Code*. Stanford: Stanford University Press.

- Lacey, Hugh. 2005. *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding*. Paperback ed. Philosophical Issues in Science. London: Routledge.
- Lewens, Tim. 2007. *Darwin*. Routledge Philosophers. London ; New York: Routledge.
- Matthews, P B C. 2017. *La Enseñanza de La Ciencia. Un Enfoque Desde La Historia y La Filosofía de La Ciencia*. México: FCE.
- Mayr, Ernst. 1992. *Por Qué La Biología Es Única*. Buenos Aires: Editorial Katz.
- Mitchell, Sandra D. 2000. "Dimensions of Scientific Law". *Philosophy of Science* 67, n.º 2 (junio): 242-265. ISSN: 0031-8248, 1539-767X. <https://doi.org/10.1086/392774>.
- Neumann-Held, E. 2001. "Let's Talk about Genes: The Process Molecular Gene Concept and Its Context". En *Cycles of Contingency*, editado por S. Oyama, P. E. Griffiths y R. D. Gray, 69-84. Cambridge: MIT Press.
- Nguyen, C. 2018. "Echo Chambers and Epistemic Bubbles". *Episteme* 17 (13 de septiembre de 2018): 1-21. <https://doi.org/10.1017/epi.2018.32>.
- Pestre, D. 2005. *Ciencia, Dinero y Política*. Buenos Aires: Editorial Nueva Visión.
- Portin, Petter. 1993. "The Concept of the Gene: Short History and Present Status". *The Quarterly review of biology* 68 (1 de julio de 1993): 173-223. <https://doi.org/10.1086/418039>.
- Sarkar, Sahotra. 1996. *The Philosophy and History of Molecular Biology: New Perspectives*, Vol. 183. 1st edition. Dordrecht ; Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Smart, J. J. C. 1959. "Can Biology Be an Exact Science?" *Synthese* 11 (4): 359-368. <https://doi.org/10.1007/bf00486197>.
- Sober, Elliott. 2009. "Did Darwin Write the Origin Backwards?" *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106 Suppl 1:10048-55. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901109106>.
- Wang, Degeng. 2005. "'Molecular Gene': Interpretation in the Right Context". *Biology and Philosophy* 20, n.º 2 (1 de marzo de 2005): 453-464. <https://doi.org/10.1007/s10539-005-5584-6>.
- Weber, Marcel. 1999. "The Aim and Structure of Ecological Theory". *Philosophy of Science* 66, n.º 1 (marzo): 71-93. <https://doi.org/10.1086/392677>.
- Wouters, Arno. 2005. "The Functional Perspective of Organismal Biology". En *Current Themes in Theoretical Biology: A Dutch Perspective*, editado por Thomas A. C. Reydon y Lia Hemerik, 33-69. Springer.