

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS VII JORNADAS

1997

Patricia Morey

José Ahumada

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



LAS SALVEDADES EN EL CAMBIO DE TEORIAS*

Introducción

Desde muy diversos puntos de vista se ha insistido en que una de las facetas más importantes de una teoría científica es su carácter inferencial. Seamos realistas o instrumentalistas en nuestra interpretación de los enunciados de una teoría, la capacidad deductiva que ésta tiene es su aspecto más relevante a la hora de brindarnos una explicación de los fenómenos observados o de posibilitarnos su contrastación por medio de las predicciones que derivamos.

Ahora bien, esta función inferencial queda seriamente comprometida, según hace notar Hempel en [4], por la presencia de ciertas cláusulas ineludibles que él llama "provisos" y que nosotros traducimos como "salvedades".

¿Qué son estas cláusulas adicionales? Las salvedades son presuposiciones no explícitas de la inferencia teórica, pero que están presentes cuando queremos, por ejemplo, deducir una afirmación empírica tal como "si la barra b se quiebra en dos barras y ambas quedan suspendidas una cerca de la otra y a la misma distancia del suelo, entonces se orientarán formando una línea recta" de los enunciados teóricos "la barra b es un imán" y "si un imán se quiebra en dos barras, entonces ambas barras son imanes y sus polos se atraen o se repelen". Por cierto que podemos aceptar esto último junto a las demás leyes del magnetismo y sin embargo cabe la posibilidad de que ambas barras no se orienten en la dirección predicha debido a la existencia de un campo magnético que modifica la posición final de las barras, o bien de algún otro elemento perturbador, por ejemplo, una fuerte corriente de aire, que altera el resultado predicho. Ya que las leyes del magnetismo no garantizan la ausencia de tales fuerzas, diremos que el enunciado observacional no se deduce simplemente de la hipótesis, sino de ésta más la suposición adicional de que las barras suspendidas no están sometidas a ninguna influencia perturbadora.

Estas suposiciones funcionan como premisas ineludibles para poder deducir la predicción. Sin ellas, el pasaje de la teoría a la observación no es una deducción, puesto que la teoría puede ser verdadera y sin embargo ser falsa la predicción cuando no se cumplen las salvedades. Incluso se necesitan salvedades para las inferencias deductivas entre las mismas

* Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto de investigación que dirige Eduardo H. Flichman y codirige Horacio Abeledo, con subsidio otorgado por UBACyT. Les agradecemos a ambos, y especialmente a Marta Clarizza y a Susana Carsolio, miembros del equipo de investigación, las sugerencias aportadas durante la discusión de este trabajo. Agradecemos también a Víctor Rodríguez y a Ana Rosa Pérez Ransanz el habernos hecho llegar importante material que nos ha permitido elaborar este trabajo y al Prof. Gregorio Klimovsky sus comentarios sobre un trabajo nuestro anterior que sobre este tema presentamos en 1995 (ver [2]).

leyes de la teoría. Así del enunciado “la barra b es un imán” no se deduce que “si un imán se quiebra en dos barras, entonces ambas barras son imanes y sus polos se atraen o se repelen”, puesto que si rompemos la barra a una temperatura muy elevada, las barras podrían desmagnetizarse.

¿Qué afirma una salvedad? La salvedad presupuesta para hacer una inferencia teórica afirma que en un caso dado, como el de las barras magnéticas, no está presente ningún otro factor relevante excepto aquellos especificados en las condiciones iniciales y de contorno (de ahora en adelante S_1). Así, los factores a los que se refiere la salvedad son aquellos que de estar presentes, modificarían el resultado final. Por eso la salvedad constituye una presunción de completitud, pero no de completitud epistémica, sino óptica, pues lo que exige no es que S_1 exprese toda la información relevante y disponible acerca de la ocurrencia de un hecho, sino que además presupone que no existen en la realidad otros factores que afecten el resultado de la predicción más que los especificados en S_1 . (De aquí en adelante llamaremos S_2 al enunciado predictivo). Los factores citados en S_1 son, entonces, los factores que determinan el conjunto de todos los hechos “nómicamente relevantes” para que se cumpla lo dicho en S_2 .

La falsabilidad: ese objeto de deseo por fin recuperado.

Se comprende que cualquier predicción que permita poner a prueba la teoría contendrá entre sus premisas una afirmación acerca de la ausencia de factores perturbadores intervinientes. Pero esta afirmación es, como recién dijimos, de carácter ontológico ya que se refiere no solamente a los factores reconocidos por la teoría en cuestión como posibles perturbadores del resultado final, sino que además incluye la no ocurrencia de cualquier otro factor ya sea de los que estamos dispuestos a aceptar como de aquellos de los que ni siquiera hemos sospechado su existencia. Esto último será de gran relevancia a la hora de explicar el fracaso de una predicción.

Un razonamiento predictivo se compone, entonces, de un enunciado que describe una situación empírica inicial, las leyes de la teoría más las hipótesis auxiliares explícitas y, por último, las suposiciones acerca de la ausencia de factores perturbadores intervinientes. De ellos se deducirá una situación empírica final o predicción.

El enunciado que menciona la ausencia de factores perturbadores es la salvedad cuyo contenido trataremos de aclarar un poco más. Podemos clasificar a los factores relevantes capaces de hacer fracasar a la predicción en tipos de factores intervinientes. Así, en el ejemplo de las barras de metal que cuelgan de un hilo, y que consideramos son imanes, afirmamos que se alinearán siempre y cuando no haya corrientes de aire, otros campos magnéticos, otras fuerzas elásticas, etc. Esta enumeración pone de manifiesto un cierto tipo de factores: aquellos ya conocidos a través de lo que afirman nuestras teorías y nuestros compromisos ontológicos de factores desconocidos. Llamemos a estos factores desconocidos D_1, D_2, D_3, \dots en donde cada subíndice alude a un tipo distinto de factor. Estos tipos de factores pueden ser infinitos.

Nuestro esquema de predicción puede escribirse del siguiente modo¹:

1. S_1 (situación empírica inicial)
 2. Leyes de la teoría
 3. Hipótesis auxiliares explícitas
 4. No ocurren $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ ni ocurren D_1, D_2, D_3, \dots
-

S_2 (situación empírica final o predicción)

Recordemos que de ocurrir uno u otro tipo de factor fracasaría la predicción ya que los F y los D constituyen una descripción exhaustiva de los factores nómicamente relevantes. Está claro que tal fracaso no será entendido directamente como una refutación de la teoría, aunque si la teoría es incorrecta puede ser ella la responsable de la falla predictiva. Pero en principio a la falsación pueden seguir algunas de las alternativas siguientes:

1. Revisar si se cumplen las condiciones iniciales
2. Rechazar la teoría
3. Revisar el cumplimiento de las hipótesis auxiliares explícitas
4. Investigar si alguno de los factores de tipo $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ ha ocurrido

Es obvio que no pueden revisarse los factores de tipo D pues, según las teorías vigentes al momento de la falsación, estos no existen.

Este es el momento clave para rescatar o desechar la falsabilidad de la teoría.

Si podemos realizar las revisiones 1, 3 y 4 y aceptamos que las premisas correspondientes no son las culpables de la falla en la predicción, entonces habremos recuperado un sentido claro de falsabilidad: no es correcto sostener la teoría junto con los compromisos ontológicos vigentes. Es decir que la combinación de la teoría con la afirmación de que los únicos factores que existen son de tipo F, ha quedado refutada. Para ser más precisos: la conjunción teoría-ontología propuesta no es compatible con las observaciones que hacen falsa la conclusión. De este modo la teoría observacional o interpretativa² se contrapone a la combinación teoría-ontología puesta a prueba.

Si tenemos razones para no rechazar los enunciados básicos falsadores, habremos recuperado la falsabilidad de la teoría pero no independientemente de los supuestos ontológicos involucrados. Ocurre que si no estamos dispuestos a investigar nuevos factores

¹ Esquemas similares a éste sin la distinción entre factores conocidos y desconocidos pueden encontrarse en [7] y [8].

² Siguiendo a Imre Lakatos designamos así a la teoría interpretativa que, apoyándose en las técnicas experimentales disponibles, es la proveedora de hechos y en virtud de la cual se determina el valor de verdad de los enunciados básicos. Lakatos señala que esta teoría observacional puede entrar en conflicto con una teoría explicativa de los hechos, y que, en consecuencia, la falsación no se plantea entre teoría y hecho sino entre ambas teorías. Una inconsistencia entre dichas teorías puede resolverse en favor del juicio del "teórico" quien obliga al "experimentador" a sustituir su teoría interpretativa. Otras veces el conflicto se resolverá en favor de la teoría interpretativa. Ver especialmente las páginas 242-6, 251 y nota 153 de I. Lakatos, "La falsación y la metodología de los programas de investigación científica" en [5].

desconocidos por nuestras teorías e inexistentes según nuestros compromisos, entonces las observaciones falsadoras recaerán sobre tales teorías. De este modo se recupera la falsabilidad de las teorías en referencia a una ontología, o lo que es lo mismo: una predicción no cumplida puede desembocar en una revisión de los compromisos ontológicos. Este sería el caso de las anomalías que, en términos kuhnianos, generan un período de crisis y que nos hacen investigar procesos y entidades que hasta el momento parecían no existir.

Uno de los resultados posibles de la contrastación y revisión de las premisas nos puede llevar, entonces, a sostener la teoría mientras optamos por enriquecer o ajustar nuestro compromiso ontológico aceptando la existencia de nuevos procesos o entidades hasta ese momento desconocidos que pueden dar cuenta del fracaso predictivo. El tipo de cambio ontológico no tiene en todos los casos el mismo alcance. A veces la revisión lleva simplemente a ajustar la ontología ya presupuesta por el marco conceptual vigente agregando un particular más cuyo comportamiento encaja dentro de las leyes ya establecidas en dicho marco. Otras veces, el cambio llevará a sustituir la taxonomía vigente reconociendo nuevos tipos de universales³ o propiedades o nuevas combinaciones de los mismos (lo que dicho en nuestros términos sería: aceptar la existencia de factores de tipo D). Llamaremos cambio de ontología-caso al reconocimiento de un nuevo particular dentro del esquema teórico vigente que no conlleva ninguna alteración en cuanto a las leyes fundamentales que expliquen su comportamiento; y cambio de ontología-tipo cuando la aceptación de nuevas entidades presupone el reconocimiento de nuevos tipos de universales o nuevas combinaciones de los mismos que se ejemplifican en dicha nueva clase de entidad.

Creemos que así se recupera no sólo la posibilidad de falsar teorías sino que además podemos comprender la racionalidad de los ajustes ontológicos realizados sobre la base de los resultados experimentales.

En lo que sigue nos proponemos analizar, a través del estudio de algunos casos significativos en la historia de la ciencia y el alcance del cambio conceptual involucrado en cada uno de ellos.

Hacia una tipología del cambio en teorías científicas

1. El descubrimiento de Neptuno o un nuevo pariente es invitado a la mesa⁴

Este primer caso nos dará un ejemplo de un tipo de cambio mínimo consistente en una corrección ontológica que salvaguarda a la teoría frente a una aparente falsación, es decir la revisión de un factor de tipo F. A la luz de los conocimientos astronómicos disponibles con

³ Estamos de acuerdo con D. M. Armstrong (1978) (ver [1]) en rechazar como universales a los determinables tales como tener masa o tener posición, y en admitir sólo a los determinados como tener una masa m o tener una posición p como auténticos universales.

⁴ Varios autores han estudiado este caso, en especial I. Lakatos (1974) y H. Putnam (1971) en [8]. Nuestro análisis sigue, en buena parte, al hecho por este último autor, aunque difiere en la medida que Putnam no tuvo en cuenta la diferencia entre los tipos de factores que están presupuestos en las salvedades.

anterioridad a 1846, la teoría de la gravitación universal junto con la mecánica newtoniana enfrentaban una anomalía al no poder predecir exitosamente la órbita de Urano. Sabemos que la culpa de tal fracaso no fue achacada a la teoría, sino más bien a la existencia de un factor perturbador asociado a una de las salvedades implícitas en la predicción. ¿Cómo podemos comprender la racionalidad de la defensa de la teoría gravitatoria y de las leyes de la dinámica frente a una evidencia que las contradecía?

La situación empírica inicial consistía en afirmar cuál era la masa, posición y velocidad de Urano en el momento t_1 . Además de los enunciados de la teoría newtoniana se encontraban, entre otras hipótesis auxiliares explícitas, afirmaciones relativas a las posiciones, velocidades y masas del Sol, de Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno. Por último, se presuponia (y esta es precisamente la salvedad) que no había otros cuerpos que perturbaran gravitatoriamente de manera sensible a Urano ni otro tipo de fuerzas que actuaran sobre él. La situación empírica final consistía en predecir la posición de Urano en el momento t_2 .

La revisión y rechazo de la salvedad llevó a la introducción de un nuevo particular, el planeta Neptuno, modificándose así la ontología de particulares (ontología-caso) asociada a la teoría. Pero este descubrimiento no trajo aparejado un cambio sustancial en la medida que la perturbación ocasionada por el nuevo planeta era cabalmente explicada por la teoría newtoniana. El factor perturbador era de tipo F y, en consecuencia, agregando este factor explícitamente dentro del esquema deductivo se predice correctamente la posición de Urano. El cálculo preciso del factor F apropiado para esta predicción nos permite inferir la posición y característica del planeta Neptuno, propiedades que por otra parte son del tipo de las ya conocidas, esto es, universales que al instanciarse producen un particular que llamamos "planeta". Se llega así al descubrimiento de la posición del nuevo planeta a la vez que se logra explicar el fracaso predictivo anterior.

2. El descubrimiento del neutrino o el intruso amigable⁵

Veamos ahora un cambio de ontología-tipo, es decir la irrupción de un factor de tipo D. Antes de 1930 se sabía que la desintegración beta de un neutrón daba como resultado la producción de dos partículas, un protón y un electrón, cuyas cargas eléctricas se neutralizaban de manera que se conservaba el valor de la carga eléctrica total anterior a la reacción. Según el principio de conservación de la energía, otro tanto debía ocurrir con la energía total del sistema $n \rightarrow p + e$, y esto era precisamente lo que no ocurría. Sobre la base de la equivalencia entre masa y energía se supuso que el factor perturbador interviniente era una partícula de un tipo enteramente nuevo a las conocidas hasta ese momento: una partícula sin carga eléctrica y de masa muy pequeña con una casi nula interacción con el resto de las partículas.

El cambio ontológico involucrado en este caso corresponde a un cambio en el tipo de las entidades admitidas por la teoría, pero compatible con ella ya que justamente se realiza para seguir manteniendo el principio de conservación de la energía. A diferencia del cambio

⁵ Para mayores detalles históricos se pueden consultar [9] y [10]

visto anteriormente, el valor que adquiere el determinable constituye una propiedad definicional de este nuevo tipo de partícula: la energía (o masa) faltante después de una desintegración beta del neutrón es un nuevo universal instanciado en una nueva partícula que obliga a cambiar la taxonomía admitida por la teoría. En el caso de Neptuno, el nuevo valor del determinable tener masa no inaugura una nueva tipología de la clase de los planetas, y por lo tanto, no hay que variar la taxonomía.

3. La carga rebelde del electrón

Consideremos otro caso histórico de la Física y que nos brinda un ejemplo de falsación. N. Bohr analizó un problema que podríamos resumir así: si, tal como sostenían los modelos atómicos de esa época, los electrones se mueven orbitando el núcleo del átomo y dado que toda carga acelerada emite radiación electromagnética con lo cual pierde energía, entonces el electrón perdería energía paulatinamente y por lo tanto debería caer hacia el núcleo por la atracción electrostática.

El problema era que esto no ocurría. La solución que propuso Bohr fue que las cargas en movimiento emiten salvo en el caso del electrón en el átomo. Pero si admitía esto debía entonces explicar por qué en ciertas ocasiones sí emite. Para esto propuso que en el átomo existen "niveles de energía" (que podríamos asociar con órbitas posibles en las que el electrón es estable) de tal manera que cuando el electrón está en uno de ellos no emite ni absorbe energía. Cuando es perturbado por algún medio y cambia de nivel, emite energía si pasa a uno de menor nivel o absorbe en el otro caso.

Si analizamos el caso de Bohr desde nuestra propuesta podemos ver que la decisión en este caso fue aceptar la falsación de la teoría que sostenía que en toda ocasión en que una carga está acelerada, emite; y proponer una modificación: mientras el electrón se encuentra en órbitas estables no emite ni absorbe, y sólo lo hace cuando pasa de una a otra.

No decimos con esto que Bohr haya revisado todos los factores de tipo F antes de aceptar la falsación de la teoría. Recordemos que nuestra propuesta no establece reglas metodológicas sino una justificación de la falsación en principio de las teorías científicas, junto con la ontología presupuesta. Bohr actuó como si no existiera ningún factor de tipo F o D y por lo tanto decidió considerar falsada la teoría.

Es interesante notar que la hipótesis propuesta por Bohr resulta una excepción de una ley aceptada anteriormente. Esto tal vez resulte algo difícil de aceptar desde una perspectiva realista (para las leyes). Sin embargo, el instrumentalismo de Bohr le permitía aceptar esto sin mayores inconvenientes. El hecho es remarcable pues el compromiso de un instrumentalista con la ontología presupuesta por la teoría no es el mismo que en el caso de un realista. Es posible entonces que se detecte una diferencia a nivel metodológico pues un realista probablemente se encuentre más aferrado a la ontología y busque entonces con mayor esmero algún factor de tipo F antes de decidirse por la falsación, mientras que un instrumentalista estaría más dispuesto a aceptar excepciones en la medida que con esto consiga adecuar sus leyes a los datos.

4. La ontología bajo la lupa. El ADN como sustrato genético.

Existe un tipo de cambio de ontología que se refiere a perfeccionar y profundizar el conocimiento que tenemos de algún tipo de entidades. Esto ocurre cuando una teoría se reduce a otra de un nivel más básico. Cuando esta reducción se logra, se pueden explicar las propiedades de las entidades de la teoría reducida en términos de las entidades de la teoría reductora. En este sentido tenemos un conocimiento de las entidades de la teoría reducida que podríamos llamar "de grano fino".

Tomemos como ejemplo la teoría de Mendel reducida a la Genética Molecular. Podemos resumirla en unas pocas afirmaciones⁶:

1. Los rasgos están determinados por genes.⁷
2. Para cada rasgo existe un par de genes.
3. Cada gen del par se hereda de cada uno de los individuos progenitores.
4. Si los genes componentes del par son distintos uno es dominante y el otro recesivo.
5. El gen dominante expresa el rasgo y el recesivo no.
6. Cada gen del par tiene la misma chance de transmitirse.
7. La transmisión de un gen del par es independiente de la de otro gen de un par distinto.

A principios de este siglo se comenzó la investigación con el objetivo de determinar qué parte de la célula germinal tenía la información genética. Se quería descubrir el sustrato material de los genes de Mendel.

Una etapa intermedia hacia la genética actual fue la propuesta de Morgan.⁸ Sostenía que varios genes están localizados en cada cromosoma que se encuentra en el núcleo de la célula. A partir de esta afirmación se tira por tierra la hipótesis (7) de la teoría de Mendel ya que si dos genes correspondientes a distintas características están situados en el mismo cromosoma, la transmisión de uno de ellos no será independiente de la del otro. Así, la teoría de Morgan explica la teoría de Mendel restringida a pares de genes cuyo sustrato no pertenezca al mismo cromosoma.

Cuando se descubre el ADN que compone mayoritariamente los cromosomas, su estructura y sus características de replicación; y cuando además se comprende el proceso de síntesis de proteínas y el papel que cada una de éstas juega en la aparición de un rasgo, se comprende que los genes son secuencias de nucleótidos en el ADN y se explica por qué uno de los genes propuestos en la teoría de Mendel es dominante frente al otro (que es recesivo). La dominancia entre genes distintos del par propuesta por Mendel puede ahora obtenerse como resultado de las características de las reacciones químicas y afinidades entre

⁶ Para un desarrollo más extenso sobre la estructura de la teoría de Mendel ver [6], Capítulo II.

⁷ Mendel los llamó "factores" y posteriormente en este siglo se les dió el nombre de "genes". Tomaremos en la exposición el nombre actual para que no se confundan los "factores mendelianos" que determinan los rasgos con los "factores perturbadores" a los que se refieren las salvedades.

⁸ Para una descripción de las ideas de Morgan tanto como de la genética actual ver [3].

moléculas. Cuando se sabe la secuencia de nucleótidos que componen el ADN de cada uno de los alelos del gen (cada gen del par), se puede predecir cuál de los dos alelos será el dominante y cuál el recesivo.

De este modo, los genes quedan reducidos a secuencias de nucleótidos. La dominancia entre alelos queda reducida y explicada por las características químicas que rigen las afinidades entre moléculas. En resumen, la teoría de Mendel queda reducida a la teoría de la Genética Molecular.

La reducción teórica opera como una lupa sobre las entidades y procesos de la ontología anterior. Incluso se podría decir que al "observar" la secuencia de nucleótidos, "observamos" los genes.

Pero en este caso, ¿en dónde están las salvedades? Las salvedades debemos buscarlas en las fallas predictivas de la teoría de Mendel y que ahora figuran explícitamente en la nueva teoría de la Genética Molecular. La teoría reductora es capaz de predecir, además de los casos corroboratorios de la teoría de Mendel, también las condiciones en las que una de las leyes de esa teoría no proveerá una predicción exitosa. De este modo la teoría reductora incluye algunos de los factores perturbadores de la experiencia que jugaban el papel de salvedades en la teoría reducida.

Veamos dos ejemplos de estas salvedades ahora incluidas en la teoría reductora.

4. 1. De cómo Morgan salvó a Mendel

Ya en la teoría de Morgan aparece la condición de independencia de los genes supeditada a que cada uno de los genes en consideración esté ubicado en un sustrato diferente. Podemos ver que la hipótesis (7) de Mendel sobre la independencia contaba con una salvedad no dicha explícitamente:

(7) "La transmisión de un gen del par es independiente de la de otro gen de un par distinto" salvo que intervenga algún factor perturbador

Un factor perturbador podría ser que el sustrato de un par de genes perturbe el sustrato del otro. En particular, desde la teoría de Morgan se postula que existen genes cuyo sustrato se encuentra unido al sustrato de otros genes y por lo tanto se predice que el hecho de que uno de ellos se haya transmitido incide sobre la probabilidad de que se transmita el otro en virtud de la interacción entre los sustratos de tales genes.

La hipótesis (7) con la salvedad mencionada se inscriben en la teoría de Morgan bajo las siguientes afirmaciones:

(7') "La transmisión de un gen del par es independiente de la de otro gen de un par distinto cuando el sustrato de uno de ellos no está relacionado con el sustrato del otro" salvo que intervenga algún otro factor perturbador

Así, la teoría de Morgan incluye explícitamente uno de los factores perturbadores cuya ausencia estaba implícita en las predicciones hechas sobre la base de los principios de Mendel. De este modo la teoría reductora no solamente explica las entidades y procesos postulados por la teoría reducida sino también algunos factores que podían ocasionar una falla en la predicción y cuya ausencia estaba presupuesta en las inferencias deductivas.

4. 2. De cómo el ADN salvó a Morgan y a Mendel

Habíamos dicho que la propuesta de Morgan era intermedia entre la teoría de Mendel y la Genética Molecular. Pues bien eso se debe no solo al orden cronológico en que aparecieron las teorías sino también a los niveles de complejidad de sus entidades y, por tanto, el papel de teoría reductora y reducida que juegan entre sí las tres. Podemos decir que la teoría de Mendel se reduce a la de Morgan (con las salvedades ya mencionadas en la teoría misma) y que ésta, a su vez, se reduce a la Genética Molecular.

Planteemos un caso de historia ficción para llegar por otra vía a las salvedades que se explicitan en la reducción de la teoría de Morgan (y Mendel) a la Genética Molecular.

Supongamos que en ocasión de un experimento para establecer las posiciones relativas de los genes en un mismo cromosoma (loci) un científico que trabajara sobre la base de la teoría de Morgan encontrara que alguno de los organismos presenta un rasgo totalmente nuevo asociado a una proteína que no estaba presente en los antecesores de ese organismo. Esto sin duda constituye un fracaso predictivo tanto para la teoría de Mendel como para la de Morgan ya que la primera no acepta novedades respecto de los rasgos codificados en cada uno de los genes, y la segunda acepta novedades en los rasgos solamente respecto de la acción combinada de las proteínas sintetizadas por los genes ya presentes en los antecesores.

Nuestro científico imaginario propone que existe algún factor perturbador por el cual parecen no cumplirse los procesos de transmisión de la información genética y se dedica a su pesquisa.

Finalmente al encontrar que la información genética se encuentra en forma de secuencia de nucleótidos en el ADN y que su replicación se lleva a cabo de acuerdo a las leyes que rigen la afinidad química entre las moléculas (con las consideraciones sobre el medio en el que se encuentran esas moléculas) comprende que una alteración del ambiente físico-químico puede cambiar las condiciones en las que dos moléculas son afines y por lo tanto obtenerse una secuencia diferente de la original en el momento de la copia del ADN de una célula a otra. Así la Genética Molecular sobre la base de las condiciones químicas del proceso de replicación puede predecir (determinística o probabilísticamente) las mutaciones, es decir los errores de copiado del ADN.⁹

Queda claro que desde la Química no hay errores ya que las moléculas se unen de acuerdo a las leyes y condiciones existentes en el momento de la combinación. Sin embargo se habla de error de copiado desde la teoría de la genética desde un punto de vista funcional: la replicación del ADN cumple la función de mantener la información genética de célula en célula.

⁹ De hecho en 1902, fue Hugo de Vries, uno de los redescubridores de la teoría de Mendel, quien propuso la existencia de mutaciones para explicar las fallas predictivas respecto de los rasgos esperados en la hierba del asno. Aunque la mayoría de las anomalías se debían a las nuevas combinaciones de alelos, al menos el uno por mil de ellas eran efectivamente mutaciones. Hemos elegido un ejemplo ficticio para resaltar claramente la inserción de las salvedades en la teoría reductora, pero con un poco menos de brillo epistemológico se podrían haber introducido estas mismas ideas a partir del análisis de las propuestas de de Vries.

Es importante notar que tampoco es un error desde el punto de vista evolutivo ya que si no hubiera mutaciones, la especie no tendría chance de sobrevivir frente a cambios ambientales que le ejercieran una presión de selección. De modo que para la Genética Molecular las mutaciones son procesos bien explicados que pueden mencionarse como error o como virtud según en función de que objetivo se las describa.

Sin embargo para la teoría de Mendel o para la de Morgan las mutaciones solamente juegan el papel de factor perturbador en la deducción de las predicciones.

Nuevamente la teoría reductora contiene una descripción explícita de factores perturbadores de la teoría reducida que sencillamente aparecían en la presuposición global y subyacente que llamamos "salvedad".

Referencias

- [1] Armstrong, D. M. *Universals and Scientific Realism*. Cambridge University Press. Cambridge, 1978.
- [2] Carsolio, S. - Clarizza, M. - Miguel, H. - Pissinis, G. Las salvedades y la recuperación de la falsabilidad. Presentado en el VIII Congreso Nacional de Filosofía y IV Congreso de la Asociación Filosófica de la República Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Noviembre de 1995.
- [3] Curtis, H. & Barnes, N. S. *Biología*. Editorial Panamericana. Buenos Aires, 1994.
- [3] Curtis, Helena y Barnes, N. Sue. *Biología*. Editorial Panamericana. Buenos Aires, 1994.
- [4] Hempel, C. "Provisos: A Problem Concerning the Inferential Function of Scientific Theories." En A. Grünbaum & W. Salmon (eds.), *The Limitations of Deductivism*. Berkeley y Los Angeles. University of California Press, 1988.
- [5] Lakatos, I. & Musgrave, A. (eds.) *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. Grijalbo. Barcelona, 1975.
- [6] Miguel, H. & Baringoltz, E. *Problemas epistemológicos y metodológicos. Un acercamiento a los fundamentos de la investigación científica*. Universidad de Buenos Aires. Oficina de Publicaciones del Ciclo Básico Común. Buenos Aires, 1996.
- [7] Klimovsky, G. *Las desventuras del conocimiento científico*. AZ editora. Bs As, 1994.
- [8] Putnam, H. "The 'corroboration' of theories." en P. A. Schilpp (ed.) *The Philosophy of Karl Popper*. Open Court. Illinois, 1974. pp 221-240.
- [9] Reines, F. "The neutrino: from poltergeist to particles." *Review of Modern Physics* (1996). Vol 68 (2) pp 317-327.
- [10] Trefil, J. S. *De los átomos a los quarks*. Salvat. Barcelona, 1985.